COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1883.

PRÉSIDENCE DE M. É. BLANCHARD.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *La vaccination du rouget des porcs à l'aide du virus mortel atténué de cette maladie;* par MM. **Pasteur** et **Thuillier**.

« Au moment où je prononce ici pour la première fois le nom de Thuillier, depuis la fatale journée du 19 septembre, je tiens à saluer devant cette illustre Compagnie la mémoire de ce vaillant jeune homme, dont la mort est une vraie perte pour la Science.

» Louis Thuillier était entré dans mon laboratoire après avoir obtenu le premier rang au concours d'agrégation des Sciences physiques à sa sortie de l'École Normale.

» C'était une nature profondément méditative et silencieuse. Une mâle énergie se dégageait de sa personne; elle a frappé tous ceux qui l'ont connu. D'un labeur infatigable, il était prêt pour tous les dévouements. A la fin de l'année 1881, il accepta d'aller passer six semaines en Hongrie pour y répéter, à la demande du Gouvernement de ce pays, l'expérience de Pouilly-le-Fort sur la vaccination charbonneuse. En 1882, il dirigea, en

Allemagne, sous les auspices du Ministère de l'Agriculture de Prusse, une expérience semblable. Ses qualités furent appréciées de telle sorte que le Ministre demanda et obtint pour lui la croix de chevalier de la Couronne de Prusse.

» Lorsque l'occasion se présenta d'aller étudier le choléra en Égypte, il était à la veille de partir pour le Gouvernement de Toula, situé au centre de la Russie. Le prince Ouroussoff, sous-gouverneur de la province, m'avait demandé un de mes collaborateurs pour faire des études sur la peste bovine, fléau si désastreux dans le vaste empire russe.

» Au mois de mars 1882, je lui avais proposé d'aller étudier le rouget du porc dans une localité du département de la Vienne, où cette maladie faisait alors de grands ravages. Il s'y rendit aussitôt.

» Dès les premières lettres que je reçus de lui, de la commune du Peux, dans le département de la Vienne, il était certain qu'il avait aperçu, dans le sang et les humeurs des porcs morts, un microbe nouveau qui semblait devoir être l'auteur de la maladie. Ce microbe avait échappé à l'observation du D[r] Klein, de Londres, au cours d'un long et remarquable travail d'autopsies et d'expériences publié, trois ans auparavant, dans le Recueil de l'office sanitaire anglais. Le D[r] Klein avait signalé qu'un microbe était l'auteur du mal, mais en commettant une erreur; car le microbe qu'il a décrit n'est pour rien dans la cause du *rouget*. Thuillier, par son observation, avait levé la difficulté principale de la connaissance de la maladie du porc. La vérité historique toutefois m'oblige à déclarer qu'en 1882, et également au mois de mars, le microbe du rouget avait été signalé à Chicago, en Amérique, par le professeur Detmers, dans un travail qui fait grand honneur à son auteur. Thuillier n'avait pu avoir connaissance de ce travail et moi-même je n'ai appris son existence que dans ces derniers temps. L'observation du microbe du rouget du porc par Thuillier date du 15 mars 1882.

» Une fois acquise la notion de l'existence d'un microbe dans les porcs atteints de cette maladie, nous avons institué les expériences nécessaires pour reconnaître que ce microbe était bien la véritable cause du mal. L'Académie connaît la méthode qui est souveraine dans ces sortes de constatations. En premier lieu, il faut rechercher un milieu de culture propre à l'organisme microscopique. Le bouillon de veau stérilisé permit de cultiver le microbe. On multiplia ensuite les cultures dans ce milieu en prenant toujours pour semence d'une culture une gouttelette d'une culture précédente. Les dernières cultures inoculées aux porcs ayant produit sou-

vent le mal rouge le plus caractérisé, sur certaines races de porcs, il fut démontré, sans réplique, que le microbe dont il s'agit est bien le microbe du rouget.

» Notre premier soin fut de rechercher ensuite à atténuer la virulence du microbe, et, au mois de novembre 1882, nous partîmes, Thuillier et moi, accompagnés d'un jeune préparateur, M. Loir, afin de tenter la vaccination des porcs dans un des cantons du département de Vaucluse, le canton de Bollène, chaque année ravagé par le rouget, et où, depuis l'année 1877, M. Maucuer, vétérinaire distingué, me sollicitait de me rendre, afin d'étudier sur place le fléau.

» Bientôt nous eûmes reconnu que le rouget dans le Vaucluse était identique à celui de la Vienne : mêmes symptômes et même microbe. Depuis lors et dans le courant de cette année, l'étude du rouget dans les Côtes-du-Nord, dans la Charente, dans la Dordogne, dans la Gironde, nous a prouvé que le mal est partout le même et provoqué par un microbe de même nature.

» La vaccination par le microbe du rouget présente des difficultés qui tiennent principalement à l'existence en France de nombreuses races de porcs, dont les réceptivités pour le rouget sont très variables. Des études sur l'appropriation des vaccins à ces diverses races sont en voie d'exécution dans plusieurs départements. Propriétaires, Sociétés agricoles et vétérinaires des pays d'élevage ont apporté un grand zèle à nous seconder. Outre M. Maucuer, du Vaucluse, je me plais à citer MM. Banvillet et Picheney dans la Charente, M. Le Berre dans les Côtes-du-Nord, et M. Roquebert, grand éleveur de la Vienne, qui a mis tous les sujets de ses porcheries, au nombre de plus de quatre cents, à notre disposition.

» Ce qui est dès aujourd'hui rigoureusement démontré, c'est la possibilité de la vaccination par l'inoculation du virus virulent atténué, et la culture possible de ce dernier en quantité quelconque.

» L'an dernier, nous avions laissé dans le Vaucluse, à Bollène et dans les villages environnants, des porcs vaccinés sous la surveillance de M. Maucuer, avec obligation pour les propriétaires de les conserver pendant une année au moins, c'est-à-dire au delà de l'époque du renouvellement annuel de la maladie dite spontanée qui s'arrête pendant la saison froide pour reprendre aux mois d'été. Jusqu'au mois d'août dernier, quoique le mal rouge déjà déclaré eût fait beaucoup de victimes, les correspondances de M. Maucuer ne nous donnèrent aucune nouvelle bien significative. Mais, à la date du 4 septembre, M. Maucuer m'écrivait en ces termes :

« Les heureux effets de la vaccination deviennent tous les jours de plus en plus évidents. La mortalité existe en ce moment à Bollène, à Saint-Restitut, à Mondragon et dans tout l'arrondissement d'Orange, et pas un vacciné ne succombe. A Saint-Blaise, vos vaccinés sont restés les seuls porcs vivants. Chez M. de la Gardette, rien de nouveau encore, mais grande mortalité chez tous ses voisins...; la mortalité est si grande qu'elle n'a jamais eu sa pareille. Il n'y aura bientôt plus à Bollène, à Saint-Restitut et à Mondragon que les porcs vaccinés vivants. C'est une réussite complète ».

» Quelques jours après, le 9 septembre, M. Maucuer m'écrivait de nouveau :

« Chez M. de la Gardette, les non-vaccinés sans exception, au nombre de sept, ont été atteints. Quatre sont déjà morts, les trois autres sont mourants. Les vaccinés sont tous florissants. »

» Les circonstances qui précèdent permettent de ne conserver aucun doute sur les conclusions suivantes :

» 1° Le rouget épizootique, même le plus violent, peut être prévenu par des inoculations du virus virulent atténué; 2° il est établi, en outre, que la durée de l'immunité dépasse une année; qu'en conséquence cette durée suffit amplement aux exigences des pratiques de l'élevage du porc, puisque l'engraissement des sujets ne se prolonge guère au delà d'une année. Toutefois, malgré ces heureux résultats, je répète que la question de l'appropriation des vaccins aux diverses races exige encore de nouveaux contrôles, pour que la vaccination des porcs puisse être généralisée. En attendant les résultats définitifs, je tiens à faire connaître, dès à présent, la méthode qui nous a servi pour l'atténuation du virus du rouget, et tel est le principal objet de cette Communication.

» Les travaux de mon laboratoire ont établi que les virus ne sont pas des entités morbides, qu'ils peuvent affecter des formes et surtout des propriétés physiologiques multiples, dépendant des milieux où ces virus vivent et se multiplient. En conséquence, et quoique la virulence appartienne à des espèces vivantes microscopiques, elle est essentiellement modifiable. On peut l'affaiblir, on peut l'exalter et chacun de ces états est susceptible d'être fixé par la culture. Un microbe est virulent pour un animal quand il a la faculté de pulluler dans son corps à la manière d'un parasite et d'y provoquer, en se régénérant lui-même, des désordres pouvant amener la maladie et la mort. Si ce microbe a vécu dans une espèce animale, c'est-à-dire qu'à diverses reprises il soit sorti d'un individu de cette espèce pour pénétrer dans un autre individu de cette même espèce,

sans avoir subi une influence extérieure sensible pendant l'intervalle des deux passages, on peut considérer la virulence de ce parasite comme arrivée, en quelque sorte, à un état fixe et maximum pour les individus de la race. Le parasite charbonneux, par exemple, propre aux moutons, varie peu d'un sujet à un autre, d'une année à une autre, pour un même pays; il faut l'attribuer sans doute à ce que, de passage en passage, à travers les moutons, l'accoutumance du parasite à vivre dans le mouton a atteint un état, pour ainsi dire, définitif. Il en est ainsi du virus vaccin jennérien. Mais la virulence d'un virus qui n'est pas à son maximum d'action peut être essentiellement modifiée par son passage dans une suite d'individus d'une même race. Je rappellerai que, quand nous avons voulu rendre au virus-vaccin du choléra des poules et du charbon et d'autres maladies encore des virulences progressivement croissantes, pour les amener finalement à des virulences maxima, nous les avons inoculées à de jeunes sujets et successivement à des sujets plus âgés.

» Je ferai observer incidemment que ces résultats font rentrer les virus-microbes dans les lois générales de la vie et de ses manifestations chez les espèces supérieures végétales ou animales. Celles-ci manifestent leur plasticité, si l'on peut ainsi parler, sous l'influence des conditions des milieux où s'effectuent leurs générations successives. La seule différence entre les microbes et les espèces supérieures consisterait dans la rapidité des variations chez les virus, opposées à leur lenteur chez les grands êtres. Chaque culture d'un virus, n'eût-elle qu'une durée de vingt-quatre heures, représente des nombres immenses de générations successives, tandis que chez les êtres plus élevés il faut, à l'accomplissement de tels nombres de générations, des milliers et des millions d'années.

» Quoi qu'il en soit, si des changements dans les virulences de nos virus atténués, ou virus-vaccins, peuvent résulter des passages de ces virus atténués dans des sujets d'une même race, ne se pourrait-il pas que des virus arrivés à un état achevé pour une race fussent modifiés dans leur virulence par leur passage d'une race à une autre race? L'expérience s'est montrée favorable à cette manière de voir.

» L'Académie se souviendra sans doute de ce virus-microbe que nous avons découvert autrefois dans la salive des hydrophobes. Très virulent pour les lapins, ce microbe s'est montré, au contraire, inoffensif pour les cobayes adultes, ainsi que cela résulte de la lecture que j'ai faite à l'Académie dans sa séance du 24 janvier 1881; mais il tue rapidement les cobayes âgés de quelques heures ou de quelques jours seulement. En

poursuivant les inoculations de cobayes à cobayes jeunes, nous avons vu la virulence s'exalter et arriver facilement à tuer des cobayes d'un âge plus avancé. Les lésions mêmes avaient fini par différer notablement. Nous retombons ici dans les faits que je signalais tout à l'heure, d'un accroissement dans la virulence par les passages successifs dans les individus d'une race.

» Mais le résultat nouveau et inattendu que je tiens à signaler à l'Académie consiste en ce que le microbe, après avoir accru sa virulence par passages successifs à travers le corps des cobayes, se montre ensuite moins virulent qu'auparavant vis-à-vis des lapins.

» Dans ces nouvelles conditions, il donne aux lapins une maladie guérissable spontanément et, en outre, cette maladie une fois éprouvée, l'animal devient réfractaire au microbe mortel du lapin. De là cette conséquence capitale que l'accoutumance à vivre chez une espèce (le cobaye), et correspondant à une virulence déterminée, peut changer cette virulence dans ce qu'elle a de propre à une autre espèce (le lapin), la diminuer et faire qu'elle devienne un vaccin pour cette dernière espèce.

» Ce résultat est d'une importance qui ne saurait échapper à personne, car il renferme le secret d'une méthode nouvelle d'atténuation pouvant être appliquée à certains virus les plus virulents. Nous allons en avoir un exemple et une application.

» Peu de temps après notre arrivée dans le Vaucluse, au mois de novembre 1882, nous fûmes frappés de cette circonstance que l'élevage des lapins et des pigeons était fort dédaigné dans ce département, parce que ces deux espèces étaient sujettes, fréquemment, à des épizooties meurtrières. Quoique personne dans le pays n'eût rapproché le fait de ces épizooties de celles du rouget, l'idée nous vint de rechercher si elles n'auraient pas entre elles une relation de cause à effet. Des expériences instituées dans le but de résoudre cette question ne tardèrent pas à nous démontrer que les lapins et les pigeons mouraient du rouget. L'idée nous vint également de rechercher si l'on ne pourrait profiter de ces espèces pour modifier la virulence du rouget, dans les conditions où nous l'avions fait pour le microbe de la salive et que j'ai rappelées tout à l'heure.

» Or voici le résultat très curieux des inoculations du rouget pratiquées sur les pigeons, d'une part, sur les lapins, d'autre part.

» Si l'on inocule dans le muscle pectoral d'un pigeon le microbe du rouget du porc, le pigeon meurt dans un intervalle de six à huit jours, après avoir présenté les symptômes extérieurs apparents du choléra des poules.

» Lorsque le sang de ce premier pigeon est inoculé à un second pigeon, le sang de celui-ci à un troisième et ainsi de suite, le microbe s'acclimate sur le pigeon.

» Le caractère en boule du sujet et sa somnolence, effets habituels de la maladie, apparaissent en beaucoup moins de temps que pour les premiers pigeons de la série. La mort également survient plus rapidement; enfin le sang des derniers pigeons se montre beaucoup plus virulent pour le porc que les produits même les plus infectieux d'un porc mort du rouget, dit spontané.

» Le passage du microbe du rouget du porc par les lapins conduit à un tout autre résultat. Les produits infectieux d'un porc mort du rouget ou leurs cultures inoculées au lapin les rendent toujours malades et les font périr le plus souvent.

» Si l'on inocule le rouget de lapin à lapin, le microbe s'acclimate sur le lapin. Tous les animaux meurent, et la mort arrive en un petit nombre de jours. Les cultures du sang de ces lapins dans les milieux stérilisés deviennent progressivement plus faciles et plus abondantes. Le microbe lui-même change un peu d'aspect, devient un peu plus gros que dans le porc et se présente sous la forme d'un 8 de chiffre, sans l'allongement filiforme de certaines de ses cultures.

» Vient-on à inoculer aux porcs le sang des derniers lapins, par comparaison avec celui des premiers de la série, on constate que la virulence a été progressivement en diminuant du premier lapin aux lapins suivants. Bientôt le sang des lapins inoculé aux porcs n'amène plus la mort, quoiqu'il les rende malades. Après leur guérison, ils sont vaccinés contre le rouget mortel.

» Telle est la méthode d'atténuation de certains virus, même très virulents, qui me paraît digne d'attirer l'attention de l'Académie. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydratation de l'aldéhyde crotonique.* Note de M. **Ad. Wurtz.**

« On sait que, par l'action de la chaleur, l'aldol se dédouble en aldéhyde crotonique et en eau, indépendamment de produits accessoires dont j'ai fait connaître quelques-uns. La réaction principale est exprimée par l'équation

$$\underset{\text{Aldol.}}{CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO} = \underset{\text{Aldéhyde crotonique.}}{CH^3\text{-}CH{=}CH\text{-}CHO} + H^2O.$$

» La réaction inverse, c'est-à-dire l'hydratation de l'aldéhyde crotonique, peut s'accomplir dans les circonstances suivantes :

» De l'aldéhyde crotonique est mélangée à 0° avec deux fois son poids d'eau et deux fois son poids d'acide chlorhydrique, et le mélange est abandonné à lui-même, dans un endroit éclairé, pendant trois heures, à la température de 25°, ou du jour au lendemain, à la température de 10°. Au bout de ce temps, il a bruni, et l'odeur de l'aldéhyde crotonique a disparu en grande partie. Lorsqu'on neutralise la liqueur par le carbonate de soude, on en précipite des résines. L'eau elle-même retient en dissolution un corps qu'elle cède à l'éther, lorsqu'on agite la solution aqueuse avec ce liquide.

» L'éther ayant été chassé, on peut retirer du résidu, par distillation dans le vide, de l'aldol et des produits de condensation de ce corps.

» Le rendement étant faible, il importait d'opérer sur de l'aldéhyde crotonique parfaitement pure, de façon à exclure absolument la paraldéhyde qui eût troublé les résultats. Pour cela, on a purifié avec le plus grand soin l'aldéhyde crotonique qui a servi à ces expériences, et l'on n'a employé qu'un produit qui a passé tout entier, deux fois de suite, de 101° à 103°. Il renfermait :

	I.	II.	C^4H^6O.
Carbone	68,57	68,30	68,57
Hydrogène...........	9,11	8,75	8,57

» Voici les rendements :

» 1. Dans une première opération, 65^{gr} d'aldéhyde crotonique (I) ont fourni 4^{gr} d'un liquide (*a*) passant de 110° à 130° à $0^m,010$ de pression, et 5^{gr} d'un liquide (A) passant de 155° à 170° à $0^m,010$ de pression, l'un et l'autre solubles dans l'eau et réduisant fortement les sels d'argent. D'autre part, on a obtenu 35^{gr} de résine d'où l'on a séparé par distillation fractionnée dans le vide, d'abord de l'eau et de l'aldéhyde crotonique, puis 8^{gr} d'un produit passant de 100° à 150° à $0^m,015$, et 9^{gr} d'un produit B partiellement soluble dans l'eau et passant de 150° à 170° à $0^m,015$. La solution aqueuse de ces produits ayant été desséchée dans le vide, puis distillée à $0^m,015$ de pression, il a passé d'abord quelques gouttes d'un liquide insoluble, puis, de 140° à 170°, un corps visqueux B' qui a été analysé (*voir* plus loin).

» Dans une seconde opération, 45^{gr} d'aldéhyde crotonique (II) ont fourni, par un traitement semblable à celui qui a été décrit, 9^{gr} d'un produit soluble dans l'eau et qui a été extrait par l'éther; en le distillant dans le vide, on a recueilli $4^{gr},5$ d'un produit (*b*) passant de 100-115° et $4^{gr},5$

d'un produit passant de 115° à 140° à $0^{m},010$ de pression. D'autre part, il s'est séparé 35^{gr} de résine, qui ont fourni par distillation fractionnée dans le vide quelques grammes d'un produit presque entièrement soluble dans l'eau et passant de 100° à 150° dans le vide; 10^{gr} d'un produit épais partiellement soluble dans l'eau et passant de 150° à 170° dans le vide; enfin, une petite quantité d'un produit épais passant de 170° à 210° dans le vide.

» Les produits les plus volatils provenant de l'épuisement de la solution aqueuse par l'éther, dans les deux opérations, renfermaient :

	I (*a*).	II (*b*).	$C^4H^8O^2$.	C^4H^6O.
Carbone...........	57,76	58,17	54,54	68,57
Hydrogène........	8,80	9,03	9,09	8,87

» Leur composition se rapprochait, par conséquent, de celle de l'aldol : ils renfermaient une quantité notable de ce corps. Aussi ont-ils laissé déposer, dans l'espace de quelques mois, d'abondants cristaux de paradol, qui ont été lavés à l'éther et analysés. Ils renfermaient :

	Expérience.	$C^8H^8O^2$.
Carbone..........	54,43	54,54
Hydrogène........	9,08	9,09

» Voici maintenant les analyses des produits A, B, B', dont la provenance est indiquée plus haut et qui provenaient soit de la distillation du liquide extrait par l'éther, soit du traitement des résines :

	Expériences.			
	I (A). 155° à 170° à $0^{m},010$.	II (B). 150° à 170°.	III (B'). 140° à 170°.	$C^8H^{14}O^3$.
Carbone........	60,08	61,35	60,75	60,76
Hydrogène.....	8,58	8,69	8,98	8,86

» Ces produits présentaient, par conséquent, une composition voisine de celle du dialdane, produit de déshydratation de l'aldol. Comme on l'a indiqué, ils étaient solubles dans l'eau en grande partie, et la solution réduisait énergiquement le nitrate d'argent. Abandonnée à elle-même pendant plusieurs mois, elle a laissé déposer des cristaux qui ont été purifiés par deux cristallisations dans l'alcool et qui présentaient le point de fusion (141°) et la composition du dialdane.

		$C^8H^{14}O^3$.
Carbone...........	60,29	60,76
Hydrogène.........	8,97	8,86

» Il me semble que ces expériences ne laissent aucun doute sur la formation de l'aldol et de produits de condensation de l'aldol par hydratation de l'aldéhyde crotonique, sous l'influence de l'eau et de l'acide chlorhydrique. C'est un nouvel exemple de ces réactions directe et inverse qui se produisent sous l'empire de conditions différentes. Quant au mécanisme de la réaction, si l'on peut s'exprimer ainsi, on pourrait le concevoir de la façon suivante : l'aldéhyde crotonique, combinaison non saturée, fixe d'abord de l'acide chlorhydrique, et, le chlorure ainsi formé réagissant sur l'eau, l'acide chlorhydrique est régénéré et il se forme de l'aldol.

$$CH^3\text{-}CH=CH\text{-}CHO + HCl = CH^3\text{-}CHCl\text{-}CH^2\text{-}CHO,$$

$$CH^3\text{-}CHCl\text{-}CH^2\text{-}CHO + H^2O = CH^3\text{-}CH.OH\text{-}CH^2\text{-}CHO + HCl.$$

» Ajoutons que les produits de condensation de l'aldol se forment par l'action ultérieure de l'acide chlorhydrique, comme dans la préparation de l'aldol. Ce qui est caractéristique, c'est la solubilité, au moins partielle, dans l'eau de ces produits. On n'a pas réussi à en isoler l'aldol crotonique, en vue duquel on avait entrepris ces expériences. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Propagation marine de la commotion du tremblement de terre de Java.* Note de M. DE LESSEPS.

« Dans la journée du 27 août dernier, à partir de 4^h du soir environ, le niveau de la mer, à Colon, éprouva une série d'oscillations que le marégraphe, établi par la Compagnie du canal interocéanique, accusa d'une façon très nette. Ces oscillations étaient, quant à l'amplitude, tout à fait comparables aux mouvements actuels de la marée en ce point; seulement, la durée en était bien moindre, de 1^h à $1^h 30^m$, au lieu du chiffre à peu près normal de douze heures.

» La grande courbe du marégraphe montre que, entre $3^h 30^m$ du soir et $1^h 30^m$ du matin, la mer effectua huit oscillations dont l'amplitude varia à peu près de $0^m,30$ à $0^m,40$; que le mouvement commença, avec toute son intensité, par une dépression dans le niveau de la mer, comme s'il y avait eu au large une commotion violente dans un sens opposé à la direction de Colon, ou une disparition subite d'île dans les profondeurs de la mer; mais que, à partir de $1^h 30^m$ du matin, le 28 août, il alla en s'affaiblissant graduellement jusqu'à 11^h ou midi.

» Ces oscillations n'avaient évidemment pas pour cause l'attraction

luni-solaire, puisque le mouvement de la marée, qui est occasionné par cette attraction, s'est, pendant ce temps-là, produit indépendamment de ces oscillations, qui se sont effectuées autour de la courbe habituelle de la marée.

» D'un autre côté, rien, en fait de phénomènes météorologiques, ne pouvait justifier de pareils mouvements : la température, la pression étaient absolument normales, le vent était faible, comme pendant tout le mois d'août, et la surface de la mer ne présentait que la petite agitation des jours précédents et suivants.

» Ces oscillations ne pouvaient donc être occasionnées que par un phénomène tout à fait extraordinaire. On ne tarda pas, dans l'isthme, à en avoir l'explication, au moins l'explication la plus plausible, quand on apprit la catastrophe qui avait eu son origine dans le détroit de la Sonde.

» D'après les récits qu'on a aujourd'hui de cette catastrophe, elle s'est annoncée, dans la journée du samedi 25 août, par des grondements souterrains partant de l'île de Krakatoa, située en avant de l'entrée ouest du détroit. Pendant la nuit suivante, les eaux du détroit sifflaient et bouillonnaient avec violence, tandis que des vagues énormes venaient se briser contre les rives de Java; la température de la mer haussait de près de 20°.

» Dans la journée du dimanche 26 août, les éruptions volcaniques se développèrent avec une très grande rapidité, et en même temps les secousses du sol et l'agitation de la mer allèrent en croissant d'une façon terrible. C'est pendant cette journée et celle du lendemain, et plus particulièrement à partir du 26 au soir, que le déchaînement des éléments fut à son paroxysme et que la plus grande partie de la catastrophe se produisit.

» D'autre part, le maximum d'ébranlement de la mer à Colon a eu lieu, d'après ce qui vient d'être dit, dans un intervalle d'environ dix heures, commençant le 27 à $2^h 30^m$ du soir, ce qui, d'après la différence de longitude entre l'isthme de Panama et le détroit de la Sonde, correspond, en ce dernier point, à peu près au 28, à 4^h du matin.

» Si donc on admet que le grand ébranlement marin qui s'est propagé jusqu'à Colon a commencé dans le détroit le 26 au soir, on voit que la durée de la propagation entre ces deux régions a été d'une trentaine d'heures. Il est possible d'ailleurs qu'on arrive prochainement à un résultat un peu moins incertain que celui-ci, lorsqu'on connaîtra plus en détail toutes les phases de la catastrophe.

» A première vue, on est tenté de s'étonner que cet ébranlement se soit

fait sentir à Colon et non à Panama, où rien de semblable, d'après les indications du marégraphe de l'île Naos, ne s'est manifesté. Le trajet paraît en effet direct entre le détroit de la Sonde et la baie de Panama, à travers le Grand Océan, tandis que, pour se propager jusqu'à Colon, l'onde a dû contourner le continent africain, pénétrer dans l'océan Atlantique entre l'Afrique et l'Amérique du Sud et aller jusqu'au fond de la mer des Antilles, sans compter que ce dernier trajet est un peu plus grand en longitude que l'autre.

» Mais le fait s'explique naturellement par cette double circonstance, que le trajet direct vers l'est se trouve barré par les innombrables îles et récifs du large archipel situé au nord de l'Australie, et qu'en outre il y a dans tout cet archipel, en général, une très faible profondeur d'eau. Dans ces conditions, l'ébranlement, en supposant qu'il pût arriver jusque dans les masses d'eau profondes du Grand Océan, devait nécessairement s'y éteindre, et il n'est pas étonnant qu'on n'ait rien ressenti dans la baie de Panama.

» Au contraire, du côté de l'ouest, le détroit de la Sonde s'ouvre directement dans l'océan Indien, et l'ébranlement, dont le centre était probablement l'île de Krakatoa, s'est produit immédiatement sur des masses d'eau profondes, non coupées par des îles ou des récifs; de plus, dans le sens de propagation de cet ébranlement, se trouvent le courant équatorial de l'océan Indien, qui s'infléchit vers le sud, le long du continent africain, puis le courant traversier de l'océan Atlantique, qui, à partir de la pointe sud de ce continent, tourne au nord et se dirige graduellement vers l'ouest, et devient le courant équatorial qui pénètre à peu près jusqu'au fond de la mer des Antilles. Il y a évidemment dans cette marche des courants, toute lente qu'elle soit, une circonstance favorable pour la transmission de l'ébranlement jusqu'à Colon.

» Telles sont les raisons par lesquelles on peut expliquer très naturellement cette transmission. Le fait en lui-même n'a rien d'étonnant, en dehors de son étendue; mais, de même que la catastrophe qui vient de ravager Java et les îles avoisinantes est probablement la plus épouvantable que l'histoire ait jamais enregistrée, de même cette propagation de la commotion par l'eau des mers est probablement la plus lointaine que la Science ait notée.

» C'est pourquoi il m'a paru que l'Académie accueillerait avec intérêt la Communication que j'ai l'honneur de lui faire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Considérations théoriques sur les flotteurs remorqués en divergence*; par M. E. DE JONQUIÈRES.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme, Mouchez.)

« Le flotteur dont il s'agit est supposé symétrique par rapport à son plan vertical longitudinal. La remorque qui l'entraîne est fixée, par un anneau articulé, au sommet *o* d'une *patte d'oie* dont les branches, inégales en longueur, sont attachées sur l'un des flancs du flotteur.

» Un appareil disposé de la sorte s'écarte du remorqueur dès que celui-ci marche en avant (ou en arrière), et ne tarde pas, tel qu'une sentinelle vigilante, à prendre dans sa hanche (ou par son bossoir) une position relative invariable. Le système est alors dans un état d'équilibre stable, dont les conditions sont particulièrement intéressantes dans le plan horizontal. Je vais les examiner brièvement.

» Supposons d'abord, pour plus de simplicité, que le flotteur soit réduit à son axe AB [1] et que les branches de la patte d'oie ne soient qu'au nombre de deux, A*o* et B*o*. Lorsque l'équilibre s'est établi, après la période variable initiale, la direction R*o* de la projection de la remorque sur le plan horizontal passe nécessairement par le centre C des résistances (ou de *dérive*) qu'éprouve le flotteur dans le milieu où il est entraîné. La partie antérieure CA fait, avec une parallèle CM à la route du remorqueur, du côté opposé à celui-ci, un angle d'*abattée* α, tandis que R*o* fait avec le prolongement RS de la route vers l'arrière l'angle de *divergence* α'. Si l'on désigne par φ et φ' les composantes de la résistance de l'eau sur le flotteur, l'une dans le sens perpendiculaire, l'autre dans le sens opposé à la route, la condition de l'équilibre est simplement

$$\frac{\varphi}{\varphi'} = \operatorname{tang}\alpha'.$$

Il s'agit de remplacer, dans cette relation, φ et φ' par leurs valeurs en fonction des données immédiates de la question, qui sont : α l'angle

---

[1] Le lecteur est prié de faire la figure, d'après les indications du texte.

d'abattée, B^2 la surface transversale immergée du flotteur, B'^2 sa surface longitudinale, n un coefficient numérique tel qu'on ait

$$B'^2 = nB^2,$$

V la vitesse d'entraînement du système, x l'exposant de la puissance de V qui entre dans l'expression de la résistance de l'eau, K et K' les coefficients de cette résistance en avant et en travers, m un coefficient tel qu'on ait

$$K' = mK.$$

Cela posé, on trouve aisément, par la décomposition de la force résistante,

$$\text{tang}\,\alpha' = \frac{\varphi}{\varphi'} = \frac{mn \sin^x \alpha - \cos^x \alpha \,\text{tang}\,\alpha}{\cos^x \alpha + mn \sin^x \alpha \,\text{tang}\,\alpha'}.$$

» Faisant $mn = \lambda$ (λ étant un coefficient qui dépend des formes du flotteur et qui peut être appelé sa *caractéristique*), il vient enfin

$$\text{tang}\,\alpha' = \frac{\lambda.\text{tang}^x \alpha - \text{tang}\,\alpha}{1 + \lambda.\text{tang}^{x+1} \alpha}.$$

» Telle est la relation qui lie entre eux les angles d'abattée et de divergence pour un flotteur de caractéristique λ. Elle est, comme on voit, indépendante de la vitesse, quelle que soit la loi admise pour la résistance de l'eau.

» Elle montre aussi qu'il n'y a pas divergence si $\alpha = 0$, c'est-à-dire si la remorque est attachée sans patte d'oie à l'extrémité antérieure du flotteur, ni si $\alpha = 90°$, ce qui est le cas d'une patte d'oie à branches égales. Elle doune pareillement

$$\text{tang}\,\alpha' = 0 \quad \text{et} \quad \alpha' = 0,$$

si l'on a

$$\lambda.\text{tang}^{x-1} \alpha = 1.$$

Donc, pour qu'à l'origine du mouvement la divergence se produise, il faut que les longueurs respectives des branches de la patte d'oie permettent et que le flotteur reçoive (par une impulsion étrangère) un angle d'abattée α plus grand que celui résultant de cette équation, sans quoi il demeurerait collé contre le flanc du remorqueur, ou, si la remorque était plus longue que celui-ci, il divergerait *négativement*, c'est-à-dire du bord opposé à celui pour lequel on l'avait disposé.

» En général, et particulièrement pour les vitesses modérées qu'on rencontre dans la pratique, $x = 2$; l'équation (1) devient alors

$$\tang^3\alpha - \frac{1}{\tang\alpha'}\tang^2\alpha + \frac{1}{\lambda.\tang\alpha'}\tang\alpha + \frac{1}{\lambda} = 0.$$

» Elle montre qu'on peut obtenir une même divergence donnée α' (et d'ailleurs inférieure au maximum) avec trois angles α différents. L'un d'eux, correspondant à la racine négative de l'équation du troisième degré, répond au cas d'une remorque *rigide*, qui résisterait à une *poussée* du flotteur sous l'angle $180^\circ + \alpha'$, et non plus à une *traction* sous l'angle de divergence α'; cas d'équilibre instable étranger à la pratique. Des deux autres angles, inférieurs l'un à l'autre à 90°, le plus petit seul doit être utilisé, par une disposition convenable des branches de la patte d'oie, le but étant d'obtenir la divergence du flotteur avec le moindre effort possible de traction sur la remorque.

» Quant à l'angle maximum de divergence du flotteur de caractéristique λ, il est donné par l'équation

$$\tang^4\alpha - \frac{2\tang\alpha}{\lambda}(\tang^2\alpha + 1) + \frac{1}{\lambda^2} = 0,$$

qui montre que, pour accroître l'angle de divergence et en même temps diminuer l'angle d'abattée et, par suite, la traction de la remorque, il faut donner au flotteur la plus grande valeur possible de λ, c'est-à-dire accroître la résistance latitudinale relativement à la résistance dans le sens de l'axe. Pour une valeur de λ égale à 20, par exemple, l'angle d'abattée α est de $25^\circ 50'$ et la divergence maxima α' est de $52^\circ 30'$: l'expérience confirme ces divers résultats, les longueurs des branches de la patte d'oie étant réglées en conséquence.

» Dans la pratique, la remorque ne reste pas rectiligne, comme on l'a supposé dans ce qui précède; elle prend la figure d'une *chaînette*, dont la courbure est d'autant plus prononcée, que le bout de la remorque trempe davantage dans l'eau à cause de son poids et que les vagues sont plus accentuées. Comme l'angle α' est déterminé par la tangente à cette courbe en son point d'aboutissement o, il s'ensuit que la divergence *effective* α'' diminue, toutes choses égales d'ailleurs, au fur et à mesure que la vitesse de translation s'accroît, ou que la mer grossit; $\alpha'' < \alpha'$.

» Les limites de cette *Note* ne permettent pas d'examiner ici ce qui se passe, soit au début du mouvement, soit lors des gyrations du remorqueur. Mais il

convient de signaler un effet qui tend à se produire dans le plan vertical, lorsque la vitesse s'accroît. Alors le flotteur ne se meut plus dans une eau calme et de niveau : il s'entoure d'un remous de plus en plus prononcé, qui tend à déprimer son avant et à soulever son arrière, et qui se creuse sous sa partie médiane. Par ces causes réunies, l'équilibre vertical tend à être troublé; il serait même compromis si la vitesse dépassait certaine limite. Le flotteur, malgré son excès de flottabilité, serait alors exposé à des mouvements brusques de plongée. Le même accident se produit parfois dans le *cerf-volant*, machine dont la théorie est presque identique à celle du flotteur, avec cette aggravation pour ce dernier que sa destination, généralement militaire ([1]), ne permet pas d'y adapter, comme on le fait pour le cerf-volant, une *queue* flexible et indépendante (sauf par son point d'attache), qui augmente autant que possible la stabilité du système et remédie en partie au défaut indiqué. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la variation séculaire de la direction de la force magnétique terrestre à Paris.* Note de M. L. **Descroix.**

(Commissaires : MM. Jamin, Desains, Cornu.)

« Les formules d'interpolation que divers physiciens ont antérieurement proposées conduisent à des valeurs qui s'écartent notablement des faits au moment actuel. Je crois que l'erreur dans laquelle on est tombé vient à la fois du petit nombre de déterminations isolées qui fussent réellement acceptables et de l'impossibilité d'affecter à ces nombres des corrections d'emplacement qui les eussent rendus comparables. Nous avons actuellement (et cela depuis la publication de ces discussions) de bien meilleures données; puisque, à l'exception de quelques lacunes de peu d'importance, nous sommes en mesure d'assigner aux influences locales leurs vraies grandeurs et de dresser le tableau des inclinaisons moyennes annuelles, ou déclinaisons mensuelles, défalcation faite des variations à courtes périodes. Je dois à cette circonstance, que depuis vingt-cinq ans j'ai pris part aux expériences successivement entreprises par MM. Liais, P. Desains et Charault, Marié-Davy, etc., soit en ville, soit à la campagne, de pouvoir mettre au point en

---

([1]) Grâce à l'adjonction d'une torpille logée dans la tête de l'engin, et qui est destinée à être mise en feu électriquement lors de la rencontre d'un navire ennemi, ainsi qu'on le pratique dans la marine.

quelque sorte tous ces chiffres et me rendre compte de toutes les divergences embarrassantes pour qui n'a pas suivi ces opérations faites en des lieux différents. J'arrive à cette conclusion que, pour un intervalle de cent cinquante ans que partage l'époque 1814, on représente avec une assez grande exactitude la marche du phénomène en appliquant les formules empiriques suivantes, où je prends N pour le nombre d'années écoulées à compter de 1814 et Δ pour la différence angulaire que j'exprime en minutes entre $d = 22°30',0$ et $i = 68°50'$ et le nombre demandé, ces écarts étant ceux qu'il faut décidément admettre pour ce point de départ, en observant que l'inclinaison a toujours diminué, tandis que l'aiguille de déclinaison revient vers l'est depuis lors :

$$\log \Delta_d = \log \cos 90° \frac{N}{120 + N\left(0,40 - \frac{N^2}{100000}\right)},$$

$$\log \Delta_i = \log \sin 90° \frac{N}{155} + \log[400 - N(1,60 - 0,07N)].$$

» Je ne simplifie pas à dessein le terme correctif pour faire voir comment j'ai procédé pour modifier la formule de développement d'un sinusoïde sans faire d'hypothèse sur le poids des anciennes déterminations. Je dois dire que j'ai préféré n'envisager que la déclinaison maximum, afin de rendre plus saillants les effets de la période undécennale et de n'être pas conduit à des rectifications abusives pour les nombres connus jusqu'ici dans la Science. J'applique seulement pour l'inclinaison la correction de plus 8' que je trouve entre le quartier de l'Observatoire et la rase campagne.

» La conséquence à laquelle on parviendrait si l'on voulait extrapoler, c'est qu'il n'est pas tout à fait exact de dire que les valeurs fournies par nos boussoles peuvent être prises comme les coordonnées angulaires des génératrices du cône de révolution de l'axe magnétique autour de l'axe terrestre. Quelque autre influence nullement négligeable fait que l'inclinaison moyenne ne correspond pas tout à fait à l'écart maximum en déclinaison. De plus, il paraît certain que l'inclinaison, vers le milieu du siècle prochain, grandira de nouveau sans avoir dépassé 64°, non pas 63°, comme on l'a dit quelquefois. La véritable moyenne serait 69°11', chiffre atteint en 1808, et le maximum 74°25'. »

VITICULTURE. — *Sur les générations parthénogénésiques du Phylloxera, et sur les résultats obtenus par divers modes de traitement des vignes phylloxérées.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Dumas par M. **P. Boiteau**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Villegouge, le 22 novembre 1883.

» Arrivé à la fin de ma troisième année d'observation du Phylloxera parthénogénésique, je viens vous rendre compte des constatations que j'ai faites et des résultats que nous avons obtenus.

» A la même époque, l'année dernière, j'avais laissé la reproduction parthénogénésique à la neuvième génération. Le commencement de la ponte s'est effectué le 22 mai; les éclosions ont commencé le 4 juin, pour la première génération de la troisième année. Cette génération était la dixième à partir de l'œuf fécondé.

Cette première génération de la troisième année a pondu le 3 juillet; les éclosions ont commencé le 14. Les insectes de la deuxième génération de la troisième année ont commencé à pondre le 4 septembre; les éclosions ont commencé le 15. Cette troisième génération s'est fixée sur les racines, sans opérer de mue; elle est destinée à hiverner.

» Le nombre d'œufs pondus par ces différentes générations n'a pas été bien considérable : il a pu varier, en moyenne, de vingt à trente. Cela tient surtout à la nourriture peu abondante et surtout peu substantielle que rencontrent ces individus sur des racines en tubes. La chose est si vraie, que les mêmes insectes, mis sur des racines de vignes cultivées en pots, ont donné un nombre bien plus considérable d'œufs; que leur vigueur a augmenté en raison de la nourriture abondante qu'ils rencontraient. Je vais continuer à élever parallèlement ces deux séries d'individus; je verrai, l'année prochaine, ce qu'ils deviendront.

» Dans le courant de cette troisième année, je n'ai pas observé de transformation en nymphe. L'année dernière, j'avais obtenu, sur les insectes de la deuxième année, des générations agames, des nymphes, des ailés et des sexués qui avaient pondu des œufs fécondés. Il semblerait, d'après cela, que cette transformation s'effectuerait pendant la deuxième année des générations agames.

» J'ai essayé, comme les années précédentes, de faire fixer, soit sur des

racines en tubes, soit sur des racines de pieds en pots, des insectes issus de l'œuf d'hiver ou de la première génération. Comme par le passé, il m'a été impossible d'obtenir le greffage de ces individus, qui se sont laissés mourir sans essayer de piquer les racines mises à leur portée.

» Voici une autre observation, que je fais depuis trois ou quatre ans. Plus nous nous éloignons du moment de l'invasion, moins on rencontre d'insectes ailés et par suite de sexués. De 1875 à 1878, il n'était pas difficile de constater, au départ de la végétation, une grande quantité de jeunes Phylloxeras issus de l'œuf d'hiver, fixés sur les feuilles développées depuis cinq ou six jours. Les galles aussi étaient très nombreuses, sur presque tous nos cépages, et principalement sur quelques cépages américains récemment introduits. Aujourd'hui, il n'en est plus de même. Les insectes ailés sont beaucoup plus rares; il est très difficile d'observer des sexués, et surtout de rencontrer des œufs d'hiver. Cette année et l'année dernière, les galles ont été très rares sur les cépages américains, et il ne m'a pas été possible d'en trouver sur les cépages français. Ces faits peuvent être dus à deux causes qui nous paraissent être les principaux facteurs de la production des nymphes : la diminution du nombre des vignes et la petite quantité de chevelu que possèdent celles qui restent.

» Il est à remarquer que les nymphes se développent surtout, et en très grande abondance, sur les jeunes radicelles bien tendres et d'une exubérante vitalité. En y ajoutant la dégénérescence inévitable des individus qui ne possèdent pas un nombre suffisant d'insectes fécondés, on doit avoir les causes principales de cet appauvrissement.

» Par suite de ces faits, il m'a été très difficile de poursuivre l'étude des lieux d'élection de l'œuf d'hiver : nous en sommes toujours au même point, dans les observations qui s'y rattachent.

» Par suite de cela aussi, il ne m'a pas été possible de comparer l'effet des badigeonnages employés pour la destruction des œufs d'hiver, du moment où, nulle part, dans mes vignes et dans celles de mes voisins, il ne m'a été possible d'observer une galle phylloxérique. Si ce fait n'a pu être constaté, il n'en est pas de même des effets produits sur les ceps par les différentes substances employées. Les mélanges préconisés par M. Balbiani (9 parties de coaltar et 1 partie d'huile lourde) ont amené des désordres assez graves dans le début de la végétation, mais la plante n'a guère paru en souffrir plus tard.

» Par suite de ces badigeonnages, la végétation a été retardée de quelques jours; les pampres ont poussé moins vigoureusement au début et ont

surtout présenté un aspect chlorotique des plus prononcés. Plus tard, la végétation et la coloration ont repris le dessus; aux mois de juillet et août, il n'y paraissait plus. Les couches corticales, bien que pénétrées par le liquide sur plusieurs points dénudés, n'ont pas été trop avariées; mais les particularités présentées par la végétation indiquent qu'il ne serait probablement pas prudent de continuer, plusieurs années de suite, ces applications. Les préparations que j'ai indiquées (huile lourde mélangée à la chaux et à l'eau) n'ont pas produit les mêmes effets que celles qui ont été préconisées par M. Balbiani : leur application passe complètement inaperçue.

» *Sulfure de carbone.* — Les traitements par le sulfure de carbone ont été continués sur une plus grande échelle que les années précédentes, et la campagne qui s'ouvre paraît devoir mettre à sec toutes les usines fabriquant ce produit. Cela provient des excellents résultats qui ont été obtenus par ceux qui ont persévéré dans son emploi, et du désir qu'ont ceux qui n'ont pas encore commencé, de tenter de sauver les vignobles qu'ils possèdent encore en assez bon état.

» Les accidents ont été peu fréquents l'année dernière, excepté chez ceux qui, malgré les indications données, ont persisté à opérer pendant la période très mouillée de l'hiver dernier. Ceux qui avaient pratiqué les opérations de bonne heure, et ceux qui ne les ont faites qu'à partir du mois de juin, s'en sont bien trouvés : les résultats ont été excellents.

» Il est aujourd'hui parfaitement démontré que les traitements d'hiver doivent se faire par un temps relativement sec et dans des terrains qui ne retiennent pas l'eau. Pendant l'été, les dangers sont toujours nuls, si on ne pratique pas les opérations sur la floraison et la véraison. Le départ de la végétation demande aussi à être ménagé, et il n'est pas toujours indifférent de mettre du sulfure dans le sol à ce moment. Quant aux doses, elles doivent varier entre 150^{kg} et 200^{kg} à l'hectare, suivant que les sols sont humides ou secs.

» Les bons effets obtenus ont encouragé les viticulteurs dans la lutte, et les replantations, en vignes françaises, se font sur une assez grande échelle.

» Le sulfocarbonate de potassium produit d'aussi bons effets que le sulfure de carbone et est moins dangereux; mais ce qui empêche sa vulgarisation, c'est la dépense occasionnée par la quantité d'eau et la main-d'œuvre qu'il nécessite.

» *Vignes américaines.* — L'engouement pour les vignes américaines commence à disparaître : beaucoup des propriétaires qui en avaient planté

les arrachent, pour les remplacer par des vignes françaises franches de pied. Ce retour aux vignes indigènes provient de la difficulté d'adaptation des vignes américaines et des déboires occasionnés par le greffage.

» Cette opération, qui avait paru devoir être facilement effectuée au début, présente des difficultés sérieuses; elle donne si souvent des mécomptes, que les plus téméraires reculent après quelques années d'essais. Cette question semble donc entrer dans une phase de recul, qui est surtout amenée par les bons résultats obtenus par les insecticides, combinés avec les engrais et les bonnes façons culturales.

» Ce qui encourage encore les viticulteurs à replanter des vignes indigènes, c'est le nouveau mode d'emploi des insecticides. Depuis un an, un grand nombre de sulfureuses à traction ont fait leur apparition dans les vignobles et favorisent singulièrement les opérations.

» Ce qui faisait reculer dans les traitements, ce n'était pas précisément l'achat du sulfure de carbone, mais bien le personnel que l'on ne rencontrait pas toujours disposé, et en assez grande quantité, au moment où l'on en avait besoin. Pendant l'été, le travail était aussi très difficile et souvent impossible. Avec les sulfureuses, il n'en sera pas ainsi, du moment où il suffira au propriétaire de mettre en mouvement un seul animal de trait et un seul homme, pour traiter, en tout temps, un demi-hectare de vigne par jour. Avec les appareils à traction, le travail est aussi beaucoup plus régulier, comme distribution et comme dosage.

» Je suis heureux de pouvoir annoncer à l'Académie que j'ai inventé, avec un jeune mécanicien de ma localité, une sulfureuse à traction et à perforations verticales (pal mécanique), qui peut se transformer, sans addition de pièces, en draineuse à jet intermittent ou continu. Cet appareil, le plus complet de ceux qui existent, peut faire trois séries d'opérations, et sa transformation ne demande que quelques minutes. Les résultats que nous avons obtenus sont des plus remarquables, aussi bien pendant l'été que pendant l'hiver. »

M. A. Boillot adresse une nouvelle Note intitulée : « Chaleur relative aux combinaisons de l'hydrogène avec l'oxygène. »

(Commissaires : MM. Berthelot, Debray, Cornu.)

M. L.-F. Darreau adresse une Note relative à un mode de traitement de la bourbe d'eaux ménagères et d'égout par l'acide sulfurique.

(Renvoi à la Commission des Arts insalubres.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale diverses erreurs qui ont été commises à l'impression, sur les noms propres cités par M. Martial, dans son Rapport sur l'expédition française du cap Horn.

Aux pages 1119 et 1120 du *Compte rendu* de la séance du 19 novembre, *au lieu de* MM. Labiens et Sauvinot, *il faut lire* MM. Lebrun et Sauvinet; *au lieu de* M. Dore, *il faut lire* Doze; *au lieu de* le Dr Halm, *il faut lire* le Dr Hahn.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Recueil des procès-verbaux, Rapports et conclusions de la Commission technique instituée en 1882 à la Préfecture de la Seine, pour l'étude des questions relatives à l'assainissement de Paris et de la Seine ».

2° Le numéro de janvier 1883 du *Bullettino* publié par le prince Boncompagni. Ce numéro est consacré à un article portant pour titre : « Alcuni scritti inediti di Galileo Galilei, tratti dai manoscritti della Biblioteca nazionale di Firenze, pubblicati ed illustrati da *Antonio Favaro*. »

3° Une brochure de M. le prince *Boncompagni*, intitulée : « Intorno alla vita ed ai lavori di Antonio Carlo Marcellino Poullet-Delisle ».

4° L'« Histoire de l'Académie impériale et royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles »; par M. *É. Mailly*, Tomes I et II.

5° Le premier volume du « Cours d'exploitation des Mines », de M. *Haton de la Goupillière*. (Présenté par M. Daubrée.)

M. Haton de la Goupillière prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. de la Gournerie.

ASTRONOMIE. — *Observations des planètes* (233) *et* (234), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

	Dates 1883.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite Planète — ★.	Déclinaison Planète — ★.
				m s	′ ″
(233)	Mai 16. . .	*a* 293 Weisse$_1$ 14^h	8	— 2.39,75	+ 6.29,6
	27 . .	*b* Anonyme	8	+ 0.10,25	— 2. 0,5
	28. . . .	*b* »	8	— 0.21,01	+ 3.15,4
	31. . . .	*c* 49 Weisse$_1$ 14^h	8	+ 1.13,78	+ 1.14,3
(234)	Oct. 8. . . .	*d* 21462 Arg. OE$_1$	8,5	— 1.32,47	+ 0.12,3
	18. . . .	*e* 9465 Yarnall	8	+ 1. 4,60	+ 5.21,8
	21. . . .	*f* 8898 Lacaille	7	+ 2.42,09	— 9.33,9
	22. . . .	*g* Anonyme	9,5	— 1.15,75	+ 3.48,8
	26. . . .	*h* 21713 Arg. OE$_1$	9	— 0.34,66	— 4.23,8
	Nov. 18. . . .	*i* 22168 »	8	+ 0.40,19	— 0.33,6
	18. . . .	*j* 22183 »	9	— 0.13,20	+ 5.17,0
	19. . . .	*k* Anonyme	9,5	+ 0.19,20	— 2.57,6
	20. . . .	*l* »	10,5	+ 0.18,71	— 3.27,5

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1883.	Étoiles de comp.	Ascens. droite moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1883,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 16. . . .	*a*	14.18.14,82	+3,23	—13.32.58,8	—11,8	Weisse$_1$.
27. . . .	*b*	14. 8.31,0	+3,18	—12.18.50	—12,1	Position approxim.
28. . . .	*b*	»	+3,17	»	—12,1	Id.
31. . . .	*c*	14. 5.31,80	+3,15	—12. 2. 7,5	—12,2	Weisse$_1$.
Oct. 8. . . .	*d*	21.25.54,05	+3,89	—24.39.52,3	+20,1	Arg. OE$_2$.
18. . . .	*e*	21.34.28,32	+3,81	—24.57.32,3	+19,7	Yarnall.
21. . . .	*f*	21.36.40,21	+3,72	—24.40.29,3	+19,4	Id.
22. . . .	*g*	21.41.54,2	+3,72	—24.52.36	+19,5	Position approxim.
26. . . .	*h*	21.46.43,29	+3,67	—24.36.29,3	+19,3	Arg. OE$_2$.
Nov. 18. . .	*i*	22.22.22,65	+3,40	—22.40. 5,1	+18,9	Id.
18. . .	*j*	22.23.20,40	+3,41	—22.45.27,3	+18,9	Id.
19. . . .	*k*	22.24.30,40	+3,40	—22.29.54,8	+18,9	Rapportée à *i*.
20. . . .	*l*	22.26.23,2	+3,39	—22.21. 3	+18,9	Position approxim.

Positions apparentes des planètes.

	Dates 1883.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison. apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de compar.
		h m s	h m s		° ′ ″		
(233)	Mai 16...	11. 3.39	14.15.38,30	$\bar{2}$,643	—13.26.41,0	0,892	24:16
	27...	10.18.30	14. 8.44,4	$\bar{2}$,719	—12.21. 3	0,887	16:18
	28...	10.39.12	14. 8.13,2	$\bar{2}$,980	—12.15.47	0,886	24:18
	31...	11.41.23	14. 6.48,73	$\bar{1}$,333	—12. 1. 5,4	0,876	18:12
(234)	Oct. 8...	8.34.19	21.24.25,47	$\bar{2}$,537	—24.39.19,9	0,927	21:14
	18...	9.17. 7	21.35.36,73	$\bar{1}$,213	—24.51.50,8	0,918	24:24
	21...	8.56.38	21.39.26,02	$\bar{1}$,145	—24.49.43,8	0,921	18:24
	22...	7.58.37	21.40.42,2	$\bar{2}$,604	—24.48.28	0,927	24:16
	26...	7.34.15	21.46.12,30	$\bar{2}$,140	—24.40.33,8	0,928	24:18
	Nov. 18...	6.41.7	22.23. 6,24	$\bar{2}$,158	—22.40.19,8	0,923	18:20
	18...	7.47.37	22.23.10,61	$\bar{1}$,129	—22.39.51,4	0,917	8:6
	19...	6.59.39	22.24.53,00	$\bar{2}$,720	—22.32.33,5	0,921	20:20
	20...	8.26.58	22.26.45,30	$\bar{1}$,317	—22.24.11,6	0,907	20:20

» *Remarque.* — Le 20 novembre, la planète (234) était de 13^e^ grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Pons-Brooks, faites à l'Observatoire de Paris, aux équatoriaux du Jardin;* par MM. Henry, communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1883.	Heure.	Ascension droite.	Distance polaire.	Étoiles de comp.	Nombre de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Nov. 10........	8.25.57	17.24.46,23	39. 1.50,4	*a*	4
15........	9.41.44	17.38.20,21	39.58. 0,4	*b*	3
20........	8.59.57	17.53.35,75	40.55.44,2	*c*	4
23........	8.37.35	18. 3.45,37	41 33. 5,8	*d*	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1883,0.

Etoiles de comparaison.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	s	
a 31850 Lalande....	17.21.47,70	—0,43	39.12. 9,2	—15,5	Cat. Lalande.
b 32391 Id.	17.36.52,16	—0,33	40. 9.34,6	—16,4	Id.
c 33119 Id.	17.56. 1,54	—0,22	40.43.53,7	—17,9	Id.
d 33273 Id.	18. 0. 4,75	—0,16	41.32.28,2	—17,6	Id.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur une formule de M.* Tisserand [1].
Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

« Dans le polynôme $P^n(p, z)$ défini par l'équation

$$\frac{1}{(1 - 2\theta z + \theta^2)^{\frac{p-1}{2}}} = \sum_0^\infty \theta^n P^{(n)}(p, z),$$

on fait

$$z = \mu \cos x + \nu \cos y,$$

avec la condition

$$\mu + \nu = 1,$$

soit alors

$$P^{(n)}(p, z) = 4 \Sigma \mu^i \nu^j A_{i,j} \cos ix \cos jy;$$

l'objet de cette Note est de montrer que le coefficient $A_{i,j}$ considéré comme fonction de ν seulement vérifie une équation différentielle linéaire du troisième ordre. Dans ce but, je pars du résultat de M. Appell (*voir* ce Volume, p. 1039), d'après lequel le coefficient cherché est une fonction hypergéométrique de deux variables $F_4(\alpha, \beta, \gamma, \gamma', \mu^2, \nu^2)$, fonction qui vérifie le système d'équations aux dérivées partielles

$$\text{(A)} \quad \begin{cases} x(1-x)r - y^2 t - 2xys \\ \quad + [\gamma - (\alpha + \beta + 1)x]p - (\alpha + \beta + 1)yq - \alpha\beta z = 0, \end{cases}$$

$$\text{(B)} \quad \begin{cases} y(1-y)t - x^2 r - 2xys \\ \quad + [\gamma' - (\alpha + \beta + 1)y]q - (\alpha + \beta + 1)xp - \alpha\beta z = 0; \end{cases}$$

p, q, r, s, t ayant la signification habituelle; x, y tenant la place de μ^2, ν^2.

» On a, l'indice de F étant supprimé,

$$(1) \qquad \frac{dF}{d\nu} + 2p\mu - 2q\nu = 0,$$

$$(C) \qquad \frac{d^2F}{d\nu^2} - 4xr + 8\mu\nu s - 4yt - 2p - 2q = 0;$$

à cause de la condition

$$\mu + \nu = 1,$$

---

[1] *Comptes rendus*, même volume, p. 815 et 880. Voir la Note de M. Appell, p. 1039, et celle de M. Radau, p. 1130.

la combinaison

$$\mu A + \nu B + \tfrac{1}{4}\mu\nu C = 0,$$

ne renferme plus de termes en r, s, t ; on a l'équation

$$(2)\quad \frac{1}{4}\mu\nu\frac{d^2F}{d\nu^2} - \frac{1}{2}\mu\nu(p+q) + \gamma\mu p + \gamma'\nu q - (\alpha+\beta+1)(px+qy) - \alpha\beta z = 0.$$

» Passons à la troisième dérivée ; on a

$$(D)\quad \begin{cases} \dfrac{d^3F}{d\nu^3} + 2\mu\left(4x\dfrac{\partial r}{\partial x} - 8\mu\nu\dfrac{\partial s}{\partial x} + 4y\dfrac{\partial t}{\partial x}\right) \\ \quad - 2\nu\left(4x\dfrac{\partial r}{\partial y} - 8\mu\nu\dfrac{\partial s}{\partial y} + 4y\dfrac{\partial t}{\partial y}\right) + 12\mu r + 12(\mu-\nu)s - 12\nu t = 0; \end{cases}$$

d'après ce qui précède, la combinaison

$$-2\mu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial x} + \nu\frac{\partial B}{\partial x}\right) + 2\nu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial x} + \nu\frac{\partial B}{\partial y}\right) + \frac{1}{4}\mu\nu D = 0$$

ne contiendra plus de dérivées de r, s, t ; les coefficients de xr, $\mu\nu s$, yt seront respectivement

$$\begin{array}{llllll} xr: & 2(\mu-\nu) - & 2\gamma & + 2(\alpha+\beta+1)\mu & & + 3\nu, \\ \mu\nu s: & -4(\mu-\nu) + & 2(\gamma-\gamma') & + 2(\alpha+\beta+1)(\nu-\mu) & & + 3(\mu-\nu), \\ yt: & 2(\mu-\nu) + & 2\gamma' & - 2(\alpha+\beta+1)\nu & & - 3\mu. \end{array}$$

» Or on peut déterminer deux quantités l et m telles que la combinaison $lA + mB$ donne les termes ci-dessus, les équations

$$\begin{aligned} lx(1-x) - mx^2 &= \text{coefficient de } r, \\ -2xy(l+m) &= \quad » \quad s, \\ -ly^2 + my(1-y) &= \quad » \quad t, \end{aligned}$$

étant compatibles et se réduisant à

$$2l\nu - 2m\mu = -2(\gamma+\gamma') + 2(\alpha+\beta+1) + 3,$$
$$2\mu\nu(l+m) = 2\mu l\nu + 2\nu l\mu = \mu - \nu + 2(\gamma' - \gamma) + 2(\alpha+\beta+1)(\mu-\nu);$$

de sorte que la combinaison

$$-2\mu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial x} + \nu\frac{\partial B}{\partial x}\right) + 2\nu\left(\mu\frac{\partial A}{\partial y} + \nu\frac{\partial B}{\partial y}\right) - lA - mB + \frac{1}{4}\mu\nu D = 0$$

ne contient plus r, s, t, et l'on obtient l'équation

$$(3')\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{1}{4}\mu\nu\frac{d^3F}{d\nu^3} + 2(1+\alpha)(1+\beta)(\mu p - \nu q) \\ &\quad + (l+m)(\alpha+\beta+1)(px+qy) \\ &\quad\quad - l\gamma p - m\gamma' q\nu + (l+m)\alpha\beta z = 0, \end{aligned} \right.$$

puis, en éliminant pq entre (1), (2) et (3'), l'équation cherchée.

» Il y a avantage à multiplier tous les termes de (3') par $\mu\nu$ et à prendre

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{1}{4}\mu^2\nu^2\frac{d^3F}{d\nu^3} + 2(1+\alpha)(1+\beta)(\nu px - \mu qy) \\ &\quad + \mu\nu(l+m)(\alpha+\beta+1)(px+qy) \\ &\quad\quad - l\nu\gamma p\mu - m\mu\gamma' q + \mu\nu(l+m)\alpha\beta z = 0. \end{aligned} \right.$$

» Je n'écrirai pas ici l'équation finale, un peu compliquée, qui, comme on le sait par les travaux de M. Tisserand, admet des intégrales fort simples dans le cas de $p = 2$, $p = 3$ et $p = 1$, auxquels il faut ajouter celui où, i étant égal à j, p est $2q + 3$ et n pair. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration algébrique des équations linéaires.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Lorsqu'il y a, entre la variable et l'intégrale générale d'une équation linéaire à coefficients rationnels, une relation algébrique, et que l'on forme à l'aide de cette relation des intégrales abéliennes de première espèce, les périodes de ces intégrales satisfont à certaines équations algébriques. On peut se demander si ces équations suffisent pour déterminer complètement ces périodes.

» Sans aborder ce problème, très général et sans doute très compliqué, j'ai voulu étudier en particulier un exemple simple, et j'ai choisi la résolvante de Gallois de l'équation modulaire que l'on rencontre dans la transformation du septième ordre des fonctions elliptiques (degré 168, genre 3). M. Klein a étudié à fond cette résolvante et il a fait voir que, si l'on forme les intégrales de première espèce correspondantes, leurs dérivées satisfont à une équation linéaire du troisième ordre.

» J'ai choisi sept périodes, que j'appelle ε_1, ε_2, ε_3, ε_4, ε_5, ε_6, ε_7 et entre lesquelles on a la relation suivante :

$$(1)\qquad \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 + \varepsilon_5 + \varepsilon_6 + \varepsilon_7 = 0.$$

» Si l'on considère deux intégrales de première espèce et qu'on accentue les périodes de cette seconde intégrale, on aura

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} &\varepsilon_2\varepsilon'_1 - \varepsilon'_2\varepsilon_1 + \varepsilon_3\varepsilon'_1 - \varepsilon'_3\varepsilon_1 + \varepsilon_5\varepsilon'_1 - \varepsilon'_5\varepsilon_1 + \varepsilon_6\varepsilon'_1 - \varepsilon'_6\varepsilon_1 + \varepsilon_3\varepsilon_2 \\ &\quad - \varepsilon'_3\varepsilon_2 + \varepsilon_6\varepsilon'_2 - \varepsilon'_6\varepsilon_2 + \varepsilon_5\varepsilon'_4 - \varepsilon'_5\varepsilon_4 + \varepsilon_6\varepsilon'_4 - \varepsilon'_6\varepsilon_4 + \varepsilon_6\varepsilon'_5 - \varepsilon_6\varepsilon_5 = 0. \end{aligned}\right.$$

» Nous pourrons choisir une intégrale de première espèce, de telle sorte que

$$\varepsilon_1 = 1, \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0,$$

et alors nous poserons

$$\varepsilon_4 = x, \quad \varepsilon_5 = y, \quad \varepsilon_6 = z.$$

» On peut former par divers procédés un grand nombre de relations entre ces périodes; mais trois seulement sont distinctes, à savoir

$$\begin{aligned} x(x+y+z) &= y, \\ x^2 + 2xy + y^2 + yz &= z, \\ y^2 + yz + z^2 + x + 2y + z + 1 &= 0. \end{aligned}$$

» Ces trois équations admettent les huit solutions suivantes :

$$\begin{aligned} &x = 1, \quad y = \mathrm{T} = \tau + \tau^2 + \tau^4, \quad z = -1, \\ &x = 1, \quad y = \mathrm{T}' = \tau^3 + \tau^5 + \tau^6, \quad z = -1, \\ &x = \tau^m, \quad y = \tau^{5m} + \tau^{6m} + 1, \quad z = \tau^{4m} - \tau^m - 1, \end{aligned}$$

où

$$\tau = \cos\frac{2\pi}{7} + i\sin\frac{2\pi}{7}, \quad m = 1, 2, 3, 4, 5, 6.$$

» Les huit solutions conviennent et correspondent à huit systèmes de périodes différentes, satisfaisant aux conditions (1) et (2).

» Il existe aussi une intégrale de première espèce dont les périodes sont simplement

$$\varepsilon_1 = \tau, \quad \varepsilon_2 = \tau^2, \quad \varepsilon_3 = \tau^3, \quad \varepsilon_4 = \tau^4, \quad \varepsilon_5 = \tau^5, \quad \varepsilon_6 = \tau^6, \quad \varepsilon_7 = 1.$$

» Considérons en particulier l'intégrale u_1, dont les sept périodes sont

$$1, \ 0, \ 0, \ 1, \ \mathrm{T}, \ -1, \ -\mathrm{T}-1.$$

Elle n'a que deux périodes distinctes, 1 et T; les procédés de M. Picard permettent donc de la ramener aux intégrales elliptiques. Mais on démontre que l'on peut trouver six intégrales

$$u_2, \ u_3, \ u_4, \ u_5, \ u_6, \ u_7$$

dont les sept périodes sont les mêmes que celles de u_1, sauf que ces dernières ont subi une permutation circulaire; ainsi les périodes de u_2 seront

$$0,\ 0,\ 1,\ T,\ -1,\ -T-1,\ 1;$$

celles de u_3 seront

$$0,\ 1,\ T,\ -1,\ -T-1,\ 1,\ 0,\ \ldots.$$

Cela posé, l'intégrale

$$A_1 u_1 + A_2 u_2 + \ldots + A_7 u_7,$$

où les A sont des nombres entiers quelconques, n'aura que deux périodes distinctes et sera réductible aux intégrales elliptiques.

» Nous avons donc un troisième exemple de cette circonstance déjà signalée deux fois par M. Picard, qu'il existe des systèmes d'intégrales abéliennes où l'on trouve une infinité d'intégrales réductibles aux intégrales elliptiques (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 1126). »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une boussole magnétique à induction.* Note de M. **Mascart**.

« L'inductomètre de Weber permet de déterminer l'inclinaison magnétique par la mesure des courants induits dans un cadre conducteur que l'on fait tourner alternativement de 180°, d'abord autour d'un axe horizontal à partir de l'horizon, puis autour d'un axe vertical à partir d'un plan perpendiculaire au méridien magnétique. Telle est la méthode en usage dans plusieurs Observatoires.

» Si l'appareil est disposé de manière que l'axe de rotation du cadre puisse prendre une direction quelconque dans le méridien magnétique, et que l'on cherche par tâtonnements deux directions telles que, pour une rotation de 180°, l'aiguille du galvanomètre éprouve des impulsions égales et de sens contraires, la bissectrice de ces deux directions donnera la position d'équilibre d'une aiguille d'inclinaison. Cette seconde méthode a été proposée récemment par M. Wild.

» Il est clair que les courants induits doivent être nuls lorsque l'axe de rotation du cadre est exactement parallèle à la direction de la force magnétique.

» Avec le procédé d'observation habituel, qui consiste à tourner le cadre de 180°, on obtiendrait ainsi la même exactitude qu'en mesurant les angles d'impulsion; mais la méthode du *courant nul* permet d'éliminer toute me-

sure d'impulsion, ainsi que le réglage des positions initiale et finale du cadre mobile. On y trouve surtout l'avantage que, si l'on est déjà dans le voisinage de la direction cherchée, on peut, par des mouvements alternatifs du cadre de même période que celle des oscillations de l'aiguille du galvanomètre, multiplier les angles d'impulsion, de manière à rendre manifeste le sens d'une déviation qui eût été elle-même inappréciable. La précision de la méthode est ainsi considérablement augmentée; on peut alors diminuer beaucoup les dimensions du cadre tournant, et il suffit d'employer un galvanoscope de résistance convenable, auquel on donne le *maximum de sensibilité*.

» J'ai cherché depuis plusieurs années à réaliser cette expérience au moyen d'un appareil facilement transportable. Il comprend un cercle azimutal sur lequel se meut un équipage qui porte un anneau mobile autour d'un axe horizontal; l'angle que fait cet anneau avec l'horizon est mesuré par un cercle vertical; le cadre, de $0^m,12$ seulement de diamètre, est porté par l'anneau et peut tourner autour d'un axe perpendiculaire à celui de l'anneau. Les dimensions de l'instrument ne sont pas plus grandes que celles d'une boussole d'inclinaison.

» Une série de tâtonnements méthodiques permet d'abord de rendre l'axe de l'anneau perpendiculaire au méridien magnétique : par une seconde série, on amène l'axe de rotation du cadre dans la direction de l'aiguille d'inclinaison. Avec les retournements nécessaires pour éliminer les erreurs de réglage, l'observation totale dure moins d'une demi-heure; c'est à peine le temps nécessaire pour déterminer l'inclinaison par une aiguille aimantée.

» Quant à l'exactitude des résultats, elle ne paraît le céder en rien à celle que donnent les boussoles d'inclinaison, dont le maniement est si délicat. Je citerai, comme exemple, quelques nombres obtenus dernièrement par M. Moureaux à l'Observatoire du Parc Saint-Maur :

	Inclinaison.	
	Appareil d'induction.	Boussole de Brunner.
	° ′	° ′
18 septembre 1883.......	65.21	65.20,7
27 »	65.24	65.23,8
16 octobre.............	65.20	65.23,4
26 »	65.22	65.18,9
7 novembre...........	65.19,5	65.17,5

» Si l'on remarque que les observations n'ont pas été simultanées et que

les résultats fournis par des boussoles d'inclinaison de différents modèles, observées au même instant, présentent rarement une concordance plus grande, on voit qu'il est difficile de donner une préférence motivée à l'une ou l'autre des deux méthodes.

» Le réglage relatif au méridien magnétique est assez précis pour que l'appareil permette aussi de déterminer la déclinaison avec l'approximation d'une minute ; il suffirait donc d'y ajouter une lunette pour avoir un véritable théodolite magnétique.

» J'ajouterai que l'on peut encore diminuer les dimensions du cadre en y introduisant du fer doux ; on rend ainsi les courants induits beaucoup plus intenses, sans aucun inconvénient, puisque les changements d'aimantation seraient encore nuls pour une rotation quelconque autour de la direction de la force terrestre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le synchronisme électrique de deux mouvements relatifs, et de son application à la construction d'une nouvelle boussole électrique.* Note de M. **Marcel Deprez**.

« Étant donnés deux corps animés chacun d'un mouvement de rotation distinct, autour d'un même axe, trouver le moyen de reproduire leur déplacement relatif, à distance et en un nombre quelconque de points différents à la fois, en obtenant un synchronisme absolu : tel est le problème que je me suis proposé de résoudre par le procédé suivant.

» Imaginons un anneau, genre Pacinotti, disposé entre les pôles d'un aimant, comme dans les machines magnéto-électriques ordinaires, avec cette différence qu'au lieu d'être fixe, l'aimant peut tourner autour de l'axe de l'anneau. En outre, quatre balais sont calés deux à deux à angle droit sur le collecteur, dont ils divisent la circonférence en quatre quarts. Leur écartement reste invariable, mais on peut déplacer le système autour de l'axe de la bobine. Enfin les deux balais situés aux extrémités d'un même diamètre sont reliés à l'entrée et à la sortie d'un appareil que j'avais inventé vers la fin de 1881 et auquel j'ai donné le nom de *comparateur annulaire* de courants. C'est un anneau de fer fixe, qui porte deux enroulements, sectionnés de telle sorte qu'il y ait alternance entre les sections appartenant à chacun des deux circuits différents. Il en résulte qu'en prenant l'une des sections comme point de départ, si l'on numérote successivement chacune des suivantes, toutes celles qui sont affectées d'un nombre de même parité sont reliées entre elles, et l'ensemble constitue ainsi deux enroulements qui

aboutissent chacun aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires entre eux. On conçoit dès lors que, si l'on vient à y lancer deux courants simultanés, mais d'intensité différente, il tendra à se former sur la circonférence de l'anneau quatre pôles dont les lignes de jonction seraient perpendiculaires; mais les actions magnétiques qui s'exercent dans leur direction se combinent suivant une résultante dont la position dépendra du rapport des courants, et non de leur intensité absolue. Une aiguille aimantée disposée au centre de l'appareil s'orientera selon cette ligne polaire, qui sera ainsi nettement indiquée. On peut d'ailleurs rendre cet appareil astatique, en conjuguant deux comparateurs et deux aiguilles dont les pôles sont dirigés en sens contraire.

» Cela posé, et le comparateur supposé relié, comme nous l'avons indiqué, aux quatre balais du collecteur, faisons tourner la bobine de la machine magnéto-électrique et maintenons l'aimant fixé dans une position déterminée. L'action magnétique dirigée suivant la ligne des pôles peut se décomposer en deux composantes perpendiculaires entre elles, et coïncidant avec les deux lignes qui passent par les points de contact des deux paires de balais sur le collecteur. Tout se passera donc comme si la bobine tournait à l'intérieur de deux champs magnétiques distincts. Or chaque paire de balais, par le fait même de son calage, recueillera séparément le courant dû à l'influence magnétique de la composante perpendiculaire à sa ligne de contact; le comparateur sera, par conséquent, traversé par deux courants d'intensité différente, et, en vertu de l'explication donnée plus haut, son aiguille prendra une orientation déterminée. Si la ligne des pôle de l'aimant coïncidait avec l'une des lignes de balais, l'une des composantes magnétiques deviendrait nulle, et, avec elle, l'un des courants circulant dans le comparateur. L'aiguille de ce dernier prend alors une position que nous considérerons comme initiale. Faisons alors tourner l'aimant en laissant fixes les balais : à chaque angle décrit par la ligne polaire correspondra une valeur définie du rapport des deux composantes magnétiques, et, par suite, des deux courants envoyés dans le comparateur, rapport qui croîtra de zéro jusqu'à 1. Cette dernière valeur sera atteinte quand la ligne des pôles de l'aimant sera bissectrice de l'angle des deux lignes de balais. Les deux courants qui traversent le comparateur étant devenus égaux, l'aiguille fera un angle de 45° avec sa position initiale. En résumé, l'arc décrit par l'aiguille sera le même que celui de l'aimant de l'anneau pour chaque huitième de tour. Si, dans l'intervalle, les positions relatives de l'aiguille du comparateur et de l'aimant n'étaient

pas identiques sous l'influence des actions réciproques des différentes parties de l'anneau tournant, il suffirait de graduer expérimentalement l'appareil pour un huitième de tour, afin d'avoir une indication précise du déplacement angulaire le plus faible de l'aimant. Ces considérations permettent de conclure que, si l'on anime en même temps les balais et l'aimant d'un mouvement de rotation différent, le comparateur indiquera fidèlement, à une distance quelconque, le déplacement relatif, quelque petit qu'il soit, de ces deux organes. Enfin, veut-on transmettre simultanément ces indications en différents endroits, l'installation à chaque poste d'observation d'un comparateur relié à la machine est la seule condition nécessaire à remplir.

» J'ai imaginé, comme application pratique de ce procédé, une nouvelle boussole électrique. Il suffit, pour réaliser cet appareil, de placer verticalement l'axe de l'anneau tournant et de supprimer l'aimant permanent qui servait d'inducteur. Son action se trouve alors remplacée par celle de la terre, qui est suffisante pour reproduire les phénomènes que nous venons d'analyser. La résultante des actions magnétiques terrestres, en un point, peut en effet être décomposée en deux composantes, dont l'une est sa projection sur un plan horizontal et coïncide avec le méridien magnétique, et l'autre dirigée suivant la verticale. Cette dernière, parallèle à l'axe de l'anneau, ne peut exercer aucun effet d'induction sur le fil induit, tandis que l'action de la première composante est assimilable à celle de l'aimant du précédent dispositif. Dès lors, les balais restant fixes, tout déplacement, quelque faible qu'il soit, du méridien magnétique sera accusé par un déplacement identique de l'aiguille du comparateur, qui remplit ainsi le rôle de la boussole la plus sensible. Pour éviter toute influence perturbatrice due au voisinage de pièces métalliques, on disposera en haut du mât du navire l'anneau tournant auquel on communiquera son mouvement de rotation par tel moyen qu'on jugera le plus simple. Ce mouvement n'est d'ailleurs nullement assujetti à rester uniforme, puisque les angles parcourus par l'aiguille du comparateur ne sont fonction, comme il a déjà été dit, que du rapport des deux courants qui le traversent, rapport tout à fait indépendant de la vitesse de rotation. Quant à la graduation de l'appareil, les détails donnés plus haut suffisent à faire comprendre comment on devra l'effectuer. »

ÉLECTRICITÉ. — *Etude des courants telluriques.* Note de M. E.-E. **Blavier.**

« Le Congrès des électriciens de 1881 et la Conférence internationale de 1882 pour la détermination des unités électriques, présidés l'un et l'autre par M. Dumas, ont émis le vœu que des expériences fussent faites sur les lignes électriques pour l'observation des courants qui parcourent la surface de la Terre, expériences qui ont été jusqu'ici très incomplètes par suite de l'impossibilité d'utiliser pour cet objet les fils conducteurs qui suffisent à peine au service télégraphique.

» Par suite de la construction récente d'un certain nombre de lignes souterraines, plusieurs fils se sont trouvés provisoirement disponibles en France; j'en ai profité pour demander à M. le Ministre des Postes et Télégraphes l'autorisation de les utiliser pour l'étude des courants telluriques.

» Cette autorisation m'ayant été accordée, j'ai fait construire par M. Duboscq un appareil semblable à celui qu'emploie M. Mascart pour l'enregistrement photographique des trois composantes du magnétisme terrestre. Cet appareil se compose d'une horloge qui fait descendre d'un mouvement uniforme une feuille de papier préparée, de $0^{m},21$ de largeur, devant une fente par laquelle arrivent les rayons lumineux d'une lampe, réfléchis par les appareils d'observation. La largeur du papier qui correspond à chacun de ces derniers est donc de $0^{m},07$.

» Les heures sont marquées photographiquement. A cet effet, la glace postérieure est noircie et porte des découpures qui correspondent aux vingt-quatre heures de la journée; il suffit d'exposer un instant cette glace à la lumière solaire pour que les découpures laissent leurs traces, et de noter l'heure du commencement de l'expérience.

» Les instruments en relation avec les lignes sont des galvanomètres de MM. Marcel Deprez et d'Arsonval, dont les bornes sont réunies par un fil de dérivation, ou *shunt*, convenable.

» Ce qu'il importait de mesurer, c'était non l'intensité des courants, qui varie suivant la résistance du circuit, mais la force électromotrice existant entre les deux points du sol en relation avec le fil télégraphique. Dans ce but, j'ai rendu, dans toutes les expériences, la résistance totale du circuit constante par l'addition de bobines ou de rhéostats, convenablement choisis. Cette résistance constante a été fixée à 10000^{ohms}, résistance considérable qui a l'avantage d'éliminer les effets secondaires.

» Il était en outre nécessaire de déterminer fréquemment la constante

de chaque galvanomètre, qui pouvait changer par suite des variations de tension du fil qui supporte le cadre. Chaque matin on prend cette constante en remplaçant pendant un instant le circuit soumis à l'expérience par un circuit local, toujours le même, de 20000^{ohms} de résistance. Un premier trait donné sur le papier par chaque galvanomètre correspond au cas où aucun courant ne passe; un deuxième correspond au cas où le courant d'essai est envoyé dans un sens, et un troisième au cas où ce courant est envoyé en sens opposé. L'intensité du courant qui produit ces deux dernières marques est d'environ $\frac{1^{\text{volt}}}{20000^{\text{ohms}}}$, soit $\frac{1}{20000}$ d'ampère.

» Les expériences ont commencé en août dernier et durent encore; elles n'ont subi que quelques interruptions partielles, dues à la nécessité où nous nous sommes trouvés quelquefois de rendre au service les fils qui avaient été mis à notre disposition.

» J'ai été secondé dans cette étude par M. Henry Terral, agent spécial attaché à l'École supérieure de Télégraphie, qui est parvenu promptement à obtenir des épreuves très nettes et a eu l'idée de les reproduire par les procédés photographiques ordinaires. Je n'ai encore que quelques-unes de ces reproductions; lorsque la collection sera complète, je m'empresserai d'en remettre un exemplaire à l'Académie. Je me bornerai aujourd'hui à constater quelques-uns des principaux résultats de nos observations.

» Un des faits importants qui ressort de la comparaison de ces courbes est que la direction et l'intensité des courants telluriques dépendent uniquement de la différence de potentiel entre les deux points où le fil conducteur est en communication avec la terre et sont indépendantes de son trajet. Ainsi, de Paris à Nancy, deux fils, l'un aérien passant par Châlons et l'autre souterrain passant par Reims, fournissent toujours des courbes absolument identiques.

» Il résulte de cette observation que les courants secondaires dus à l'induction, aux dérivations et à l'électricité atmosphérique ne modifient pas les courbes, ce qui tient à l'instantanéité de ces courants et à ce que l'enregistrement qui correspond à une heure occupe seulement $0^{\text{m}},01$ de largeur sur la feuille de papier qui reçoit l'impression lumineuse.

» On peut de plus en conclure, contrairement à une opinion généralement admise, que les lignes souterraines ne sont pas plus influencées que les lignes aériennes par les courants terrestres. Si ces courants troublent un peu plus la transmission sur les lignes souterraines, cela tient à ce que leurs conducteurs en cuivre offrent moins de résistance et à ce qu'on em-

ploie pour les desservir des piles plus faibles et des appareils plus sensibles.

» Non seulement les courants telluriques sont identiques sur deux fils qui aboutissent aux deux mêmes points, mais encore ils sont les mêmes sur deux fils de même longueur qui ont à peu près la même direction, de Paris à Reims et de Paris à Châlons, par exemple.

» Pour deux lignes de longueurs différentes, mais qui ont la même direction, par exemple de Paris à Nancy et de Paris à Châlons, les courants qui parcourent les fils suivent exactement les mêmes phases, mais leur intensité est sensiblement en raison de la distance des points extrêmes, la résistance totale étant, bien entendu, la même dans les deux cas.

» En augmentant la résistance de la dérivation entre les bornes du galvanomètre sur le fil le plus court, en la doublant par exemple pour le fil de Paris à Châlons, on retrouve, en général, identiquement les mêmes courbes que pour le fil le plus long, Paris-Nancy.

» Le résultat est le même lorsqu'on compare les courbes que donnent deux grandes lignes situées des deux côtés de Paris et sur le prolongement l'une de l'autre, telles que Paris-Lille et Paris-Lyon. Mais, les courants sur la ligne de Paris-Lyon sont naturellement beaucoup plus intenses et indiquent toujours une différence de potentiels proportionnelle à la distance des points extrêmes.

» Il me paraît donc probable qu'on pourra arriver à étudier complètement les variations des courants telluriques au moyen d'un certain nombre de fils de faible longueur, rayonnant d'un point central.

» Les courants varient constamment de sens et d'intensité; parfois, au milieu d'une période relativement assez calme, on observe un courant qui s'accroît assez rapidement pendant une heure ou deux, puis décroît et change de direction. Il est encore assez difficile de donner la loi de ces courants, surtout pour les lignes qui vont de l'est à l'ouest. Pour celles qui vont du nord au sud, les photographies montrent que dans la matinée, de 9^h à midi, le courant terrestre marche toujours du nord au sud et atteint son maximum d'intensité vers $10^h 30^m$.

» Les courants telluriques ont évidemment une liaison intime avec les variations du magnétisme de la Terre. Ils en peuvent être la cause principale ou l'effet; cette question ne pourra être résolue que par une comparaison des courbes électriques et des courbes magnétiques. L'étude attentive des premières permettra également de décider si les mouvements du Soleil et de la Lune ont une influence inductrice, comme le pensent quelques physiciens. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force d'induction produite au loin par un système quelconque de petits courants électriques plans dont l'intensité varie. Solénoïde sphérique équivalent.* Note de M. **Quet**.

« Je me propose de chercher les lois qui régissent l'induction produite à de grandes distances par la variation d'intensité dans un système quelconque de petits courants plans. La solution de ce problème général est utile lorsqu'on désire discuter la théorie plus ou moins probable dans laquelle on attribue à des variations rapides d'intensité dans les courants électriques du Soleil ces changements, également rapides, de l'état intérieur de la Terre, qui, par une réaction du dedans au dehors, produisent les perturbations magnétiques.

» Considérons un quelconque des courants plans du système et désignons par A, B, C les composantes rectangulaires de la force d'induction correspondante. J'ai montré, dans les *Comptes rendus* du 24 septembre dernier, que l'on a

$$A = -\frac{Km}{2R^2}\frac{di}{dt}(fc - gb + p),\quad B = -\frac{Km}{2R^2}\frac{di}{dt}(ga - ec + p'),\quad C = -\ldots.$$

R est la distance OP du milieu O de l'élément induit m à un point P, pris arbitrairement dans le système; e, f, g sont les cosinus des angles que R fait avec les axes des coordonnées; di est la variation instantanée du courant électrique; a, b, c sont les aires des projections du circuit sur les plans coordonnés.

» Les valeurs des composantes sont supposées développées en séries convergentes; dans la parenthèse, j'ai écrit explicitement les termes du second ordre de petitesse, et j'ai désigné par p, p' les restes des séries. Si l'on voulait avoir les termes du troisième ordre, on les déduirait de ce type

$$p = \frac{1}{R}[\eta_1 c - \zeta_1 b - 3(fc - gb)(e\xi_1 + f\eta_1 + g\zeta_1)] + \ldots;$$

ξ_1, η_1, ζ_1 sont les coordonnées du centre de gravité de l'aire ω du circuit par rapport à l'origine P. Pour chaque courant plan, on aura des composantes analogues à A, B, C, et, si X, Y, Z désignent les composantes de la force d'induction due à tout le système, leurs valeurs seront

$$X = -\frac{Km}{2R^2}\left(f\Sigma c\frac{di}{dt} - g\Sigma b\frac{di}{dt} + \Sigma p\frac{di}{dt}\right),\quad Y = -\cdots,\quad Z = -\cdots;$$

en général, la quantité $\Sigma p \frac{di}{dt}$ est négligeable par rapport à la première partie de la série; toutefois il y a des cas particuliers où cela n'a pas lieu, par exemple si le système se réduisait à un solénoïde homogène fermé, la première partie serait nulle, et c'est à la deuxième partie qu'il faudrait recourir pour calculer la force d'induction; on obtiendrait alors la valeur que j'ai déjà donnée. En laissant de côté les cas particuliers que l'on pourra traiter à part, nous réduirons la valeur des composantes à ces expressions approchées:

$$X = -\frac{km}{2R^2}\left(f\Sigma c\frac{di}{dt} - g\Sigma b\frac{di}{dt}\right), \quad Y = -\frac{km}{2R^2}\left(g\Sigma a\frac{di}{dt} - e\Sigma c\frac{di}{dt}\right), \quad Z = -\ldots.$$

Cette réduction suppose que l'on néglige les quantités de troisième ordre de petitesse dans la parenthèse; au même degré d'approximation, on pourra placer le point arbitraire P au centre d'une sphère qui enveloppe tous les courants. Je pose

$$\Sigma a\frac{di}{dt} = M\alpha, \quad \Sigma b\frac{di}{dt} = M\beta, \quad \Sigma c\frac{di}{dt} = M\gamma, \quad \alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1;$$

on tire de là

$$M = \sqrt{\left(\Sigma a\frac{di}{dt}\right)^2 + \left(\Sigma b\frac{di}{dt}\right)^2 + \left(\Sigma c\frac{di}{dt}\right)^2}.$$

On peut calculer cette quantité en prenant trois axes arbitraires; elle est indépendante du choix des axes; elle caractérise le système, et nous l'appellerons le *coefficient* ou le *moment d'induction*. A l'aide de M, on peut calculer $\alpha\beta\gamma$, et ces cosinus déterminent une direction qui caractérise le système. Nous appellerons cette direction l'*axe d'induction*. Pour un cylindre solénoïdal, j'ai déjà montré que l'on a

$$M = \omega\frac{di}{dt}\sin\varepsilon\frac{L}{l},$$

L étant la longueur du cylindre, l la distance des courants consécutifs, et ε l'angle que R fait avec l'axe du solénoïde. Pour un solénoïde sphérique et homogène, j'ai aussi montré que l'on a

$$M = \frac{\pi^2\rho^3}{2l}\frac{di}{dt}\sin\varepsilon,$$

ρ désignant le rayon de la sphère, l la distance, sur la surface de cette sphère, qui sépare deux courants circulaires consécutifs.

» Quant à l'axe d'induction, il coïncide avec la directrice dans les deux solénoïdes que je viens d'indiquer.

» D'après les expressions que j'ai données, on a

$$X = -\frac{kmM}{2R^2}(f\beta - g\gamma), \quad Y = -\frac{kmM}{2R^2}(g\alpha - e\gamma), \quad Z = -\ldots.$$

» Si l'on place l'axe OX sur le rayon vecteur R et l'axe OZ dans le plan mené par ce rayon et la direction ON' ou PN de l'axe d'induction, on aura

$$e = 1, \quad f = 0, \quad g = 0, \quad \beta = 0, \quad X = 0, \quad Y = \frac{kmM}{2R^2}\gamma, \quad Z = 0.$$

La force d'induction est donc perpendiculaire au plan N'OP et elle est à gauche de ce plan; γ étant le cosinus de l'angle que l'axe d'induction ON' fait avec OZ, si ε est l'angle que les directions ON' et OP font entre elles, on aura, pour la force d'induction,

$$R = \frac{kmM}{2R^2}\sin\varepsilon.$$

» C'est cette formule que j'ai citée dans les *Comptes rendus* du 10 septembre dernier.

» Il suit des expressions trouvées que la force d'induction est complètement déterminée lorsque l'on connaît l'axe d'induction et le coefficient ou moment d'induction du système; il est alors facile de voir que, au point de vue de l'induction, on peut toujours substituer à un système quelconque de courants un solénoïde sphérique : il suffit pour cela de placer le centre du solénoïde en P, de diriger la directrice sur l'axe PN du système, et de donner aux courants du solénoïde un moment d'induction égal à celui du système. En effet, l'action sur m provenant du système donné est

$$Y = \frac{kmM}{2R^2}\sin\varepsilon.$$

Celle du solénoïde dont la directrice coïncide avec PN et dont le centre est en P est égale à

$$Y' = \frac{kmM'}{2R}\sin\varepsilon, \quad M' = \frac{\pi^2\rho^3}{2l}\frac{dj}{dt};$$

d'ailleurs les deux forces ont même direction; pour l'équivalence, il suffit d'avoir

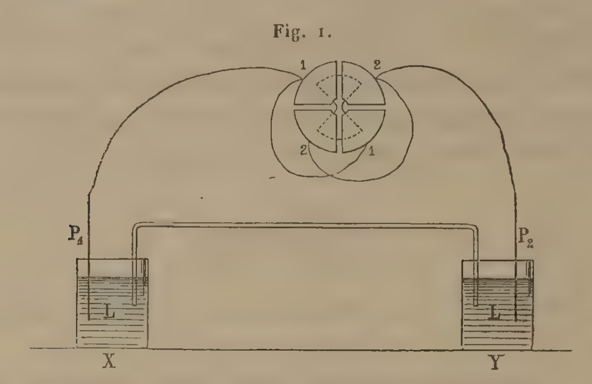
$$M = M' \quad \text{ou} \quad \frac{\pi^2\rho^3}{2l}\frac{dj}{dt} = M. \text{ »}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure de la différence de potentiel des couches électriques qui recouvrent deux liquides au contact.* Note de MM. **E. Bichat** et **R. Blondlot**, présentée par M. Jamin.

« On ne possède aucune détermination satisfaisante des différences électriques entre deux liquides. Nous avons entrepris de combler cette lacune en employant une méthode dont nous allons donner le principe.

» *Première expérience.* — Soient (*fig.* 1) deux vases X et Y contenant

Fig. 1.

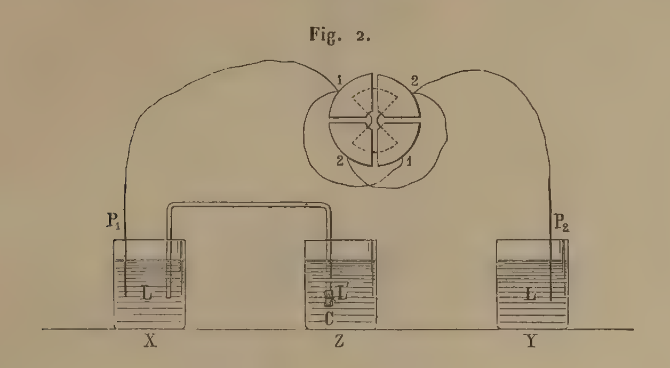


un même liquide L, et réunis par un siphon; dans ces deux vases plongent des électrodes en platine P_1 et P_2, relativement en relation avec les deux paires de quadrants d'un électromètre Thomson-Mascart, que l'on observe à l'aide d'une lunette et d'une règle divisée. L'aiguille prend une certaine position d'équilibre, différente, en général, du zéro de l'électromètre, parce que les deux platines ne sont pas complètement identiques. En déplaçant légèrement la règle divisée, on fait coïncider une division quelconque n avec le fil vertical du réticule de la lunette.

» *Seconde expérience.* — Enlevons le siphon; disposons un troisième vase Z (*fig.* 2) contenant un liquide L′, et relions les deux vases X et Z au moyen d'un siphon fermé par une membrane et rempli d'un liquide L. Supposons que, par un moyen quelconque, on arrive à rendre égaux les potentiels des couches d'air qui recouvrent les deux liquides L′ et L contenus dans les vases Z et Y; la différence entre les potentiels des électrodes P_1 et P_2 ne sera plus la même que dans la première expérience : elle sera augmentée de la différence électrique vraie $\frac{\Lambda}{\Lambda'}$ due à leur contact en C, plus la différence $\frac{L'}{\text{air}}$, plus enfin la différence $\frac{\text{air}}{L}$. Cette somme n'est autre chose que

a différence apparente entre les liquides : nous la désignerons par $\frac{L}{L'}$. En raison de cette différence, l'aiguille de l'électromètre prend une autre position d'équilibre. Intercalons maintenant entre P_1 et la paire de quadrants (1, 1) une force électromotrice fournie par une dérivation sur le

Fig. 2.



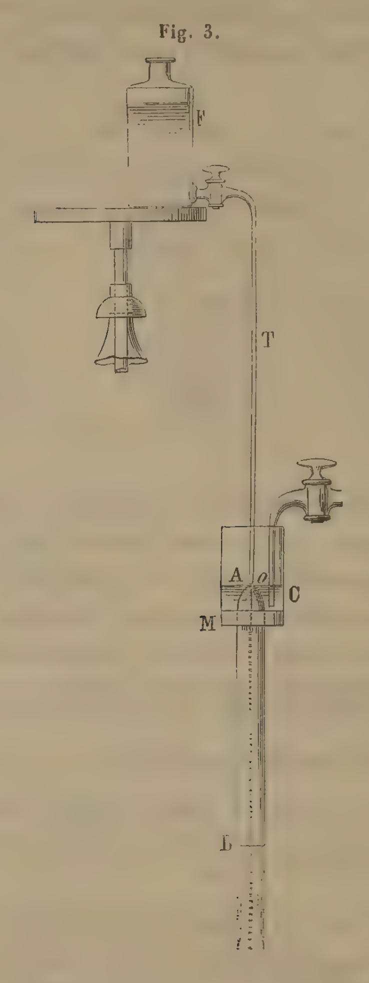
circuit d'une pile, force électromotrice variable à volonté et dont on connaît toujours la valeur; en lui donnant un sens convenable, et en la modifiant peu à peu, nous pourrons ramener l'aiguille à une position telle que le fil du réticule coïncide de nouveau avec la même division n. A ce moment, il y a compensation entre la force électromotrice due à la pile et la différence électrique $\frac{L}{L'}$. La lecture de cette force électromotrice donne donc le sens et la valeur numérique de $\frac{L}{L'}$.

» Il reste à expliquer comment nous sommes arrivés à égaliser les potentiels des couches d'air qui recouvrent le liquide L du vase Y et le liquide L' du vase Z.

» Notre procédé repose sur l'emploi de l'appareil à gouttes imaginé par W. Thomson pour l'étude de l'électricité atmosphérique. Un tube de verre AB (*fig.* 3), de $0^m,04$ de diamètre et de $0^m,40$ de longueur, est fixé verticalement. Il est rétréci à la partie supérieure de façon à former une sorte de cloche percée en son milieu d'une ouverture A, de $0^m,01$ de diamètre environ. Un manchon C entoure l'extrémité supérieure du tube, auquel il est fixé au moyen d'un bouchon annulaire. Dans le vase circulaire C, on fait arriver le liquide L provenant d'un réservoir; l'orifice A fait alors l'office de trop-plein, et le liquide L ruisselle le long des parois intérieures du tube AB, de façon à les revêtir complètement.

» On a ainsi réalisé un corps creux, sensiblement fermé, dont la paroi interne est constituée par le liquide L.

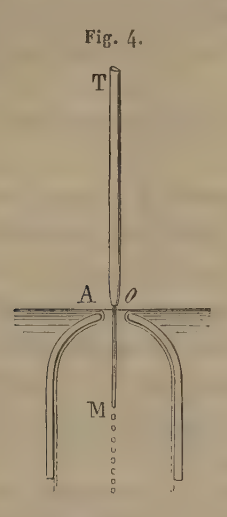
Fig. 3.



» D'autre part, un flacon F, isolé, contenant le liquide L', est muni d'un tube T vertical dont l'ouverture effilée *o* (*fig.* 4) vient déboucher au niveau de l'ouverture A. Le jet liquide qui s'échappe par cette ouverture reste d'abord continu sur une longueur de $0^m,04$ à $0^m,05$, jusqu'en M; puis, en ce point, il se sépare en gouttelettes. L'appareil étant ainsi disposé, on sait que, par le jeu de l'écoulement, le potentiel de la couche d'air qui recouvre le liquide L' se modifie peu à peu, de manière à atteindre la valeur du potentiel de la couche d'air qui recouvre le liquide L. Pour réaliser,

comme nous l'avons supposé dans la seconde expérience, l'égalisation des potentiels des couches d'air qui recouvrent le liquide L du vase Y et le li-

Fig. 4.



quide L′ du vase Z (*fig.* 2), il suffira donc de les faire communiquer par des siphons, respectivement avec les liquides L et L′ de l'appareil à écoulement que nous venons de décrire.

» La détermination de la différence électrique entre deux liquides se trouve donc ramenée à deux expériences facilement réalisables.

» Nous avons fait un certain nombre de vérifications qui ont confirmé l'exactitude de notre méthode et le bon fonctionnement de notre appareil.

» 1° En employant pour les deux liquides L et L′ deux liquides identiques, nous avons trouvé une différence nulle.

» 2° Si, au lieu d'employer le liquide L à mouiller le tube AB, et le liquide L′ à former les gouttes, on fait l'inverse, c'est-à-dire si l'on mouille le tube AB avec le liquide L′, le liquide L s'écoulant par l'appareil à gouttes, la détermination de la différence $\frac{L}{L'}$ doit donner le même nombre. C'est ce que l'expérience a confirmé d'une façon absolue.

» 3° Nous nous sommes assurés que la vitesse d'écoulement, soit du liquide qui revêt l'intérieur du tube AB, soit de celui qui forme les gouttes, n'a aucune influence sur les nombres trouvés.

» Nous aurons l'honneur de présenter prochainement à l'Académie les résultats que nous avons obtenus en appliquant la méthode qui vient d'être décrite. »

OPTIQUE. — *Longueurs d'onde des raies* A *et a*. Note de M. **W. de W. Abney.** (Extrait d'une Lettre adressée à M. Cornu.)

« ... Voudriez-vous avoir l'obligeance de faire de ma part cette Communication à l'Académie?...

» ... M. Fiévez m'a récemment envoyé un exemplaire de sa Carte (publiée dans les *Annales de l'Observatoire de Bruxelles*, nouvelle série, t. V) du spectre solaire de C à A inclusivement. Je fus immédiatement frappé des discordances qu'on rencontre entre les longueurs d'onde que j'ai déterminées et celles de M. Fiévez et, en outre, de la présence de plusieurs raies qui se trouvent sur mes photographies et qui sont absentes sur la Carte. Comme il se passera encore quelque temps avant que le spectre normal du Soleil dont nous nous occupons, M. le professeur Rowland et moi, soit publié, j'ai pensé qu'il serait bon de donner par anticipation les longueurs d'onde de quelques-unes des principales raies du rouge et de l'infra-rouge, d'autant plus que cette région contient des lignes déterminées en valeur absolue. Les déterminations ont été faites à l'aide d'un réseau concave de M. le professeur Rowland, le spectre du premier et du deuxième ordre et ceux du troisième et du quatrième ordre étant photographiés sur la même plaque et montrant aisément les coïncidences. Dans cette comparaison, la Carte exacte de M. Cornu a été employée pour les longueurs d'onde du spectre ultra-violet et celle d'Angström pour le vert et le bleu. Les résultats sont les suivants :

Description des raies.	λ déduit de la comparaison du premier et du deuxième ordre	λ déduit de la comparaison du deuxième et du troisième ordre.	Remarques.
a.	7184,4 7185,4	7184,5 7185,45	λ suivant M. Fiévez : 7197,7, 7198,7 ; suivant Angström : 7184,9, représenté par une raie simple.
A le bord le plus réfrangible.	7593,6	7593,7	λ suivant M. Fiévez : 7600 ; suivant Angström : 7600,9, ±6,6.
Milieu de la sixième double ligne dans les cannelures du groupe A.	7644,2	7644,3	Suivant M. Fiévez : 7652,2.

Description des raies.	λ déduit de la comparaison du premier et du deuxième ordre.	λ déduit de la comparaison du deuxième et du troisième ordre.
1046 raie double...	8226,4	8226,3
	8229,9	8229,9
1441.............	8496,8	8496,8
1509.............	8540,6	8540,7
1685.............	8661,0	8661,0
2175 raie double ..	8986,2	
	8989,5	
2638 raie double...	9494,5	
	9500,1	
3161.............	9633,8	9633,9

» Les nombres de la première colonne se rapportent à la Carte infra-rouge publiée dans la 2e Partie (1880) des *Transactions philosophiques de la Société Royale*.

» J'ai donné seulement les longueurs d'onde des lignes principales qui s'y trouvent : la Carte qui sera publiée donne des déterminations précises jusqu'à $\lambda = 1600$.

» La méthode des coïncidences sur la même plaque est celle qui est ordinairement adoptée : on utilise une moitié de la fente pour un spectre d'un ordre et l'autre moitié pour celui d'un autre ordre. On fait usage de milieux absorbants dans certains cas; dans d'autres, on utilise la séparation des radiations par un prisme.

» J'ai indiqué, dans le Mémoire ci-dessus mentionné, l'emploi de miroirs concaves pour obtenir ces coïncidences, mais l'emploi d'un réseau Rowland est de beaucoup plus simple et plus précis. «

THERMOMÈTRE. — *Microthermomètre pour la mesure des variations très petites de température.* Note de M. F. LARROQUE, présentée par M. Th. du Moncel.

« Cet instrument n'est autre chose qu'un thermomètre à déversement, à très courte échelle. En suivant un mode opératoire particulier, qu'il serait trop long de décrire ici, je suis parvenu à construire des microthermomètres dont le tube capillaire, parfaitement cylindrique, est tellement délié que la colonne mercurielle, vue sous un dégrossissement de 250 fois, ne dépasse pas un diamètre apparent de $\frac{2}{3}$ de millimètre.

» Ces instruments, je dois l'avouer, sont très difficiles à construire et très fragiles, mais leur sensibilité est telle que j'évalue à $\frac{1}{1000}$ de degré la limite des variations appréciables.

» Bien que l'utilité du microthermomètre semble devoir être bornée à la simple constatation de mouvements thermiques extrêmement petits, on pourrait, au besoin, graduer cet instrument par comparaison avec un thermomètre ordinaire sensible à $\frac{1}{100}$ de degré, par exemple.

» J'ai appliqué trois microthermomètres à des expériences diverses :

» 1° Le phénomène de Peltier se produit-il à la surface de contact de deux liquides?

» Deux expériences ont été faites à ce sujet avec deux éléments de pile Callaud; l'un au début du fonctionnement, l'autre monté depuis dix-huit jours. Un microthermomètre coudé (son réservoir faisait avec le tube capillaire un angle de 90°), plongé tour à tour dans chacun des liquides, puis couché sur leur surface de contact, accusa, dans le premier élément, un échauffement à la surface de contact. Ce phénomène ne s'étant pas reproduit dans le second élément, j'ai cru mettre en évidence, dans un cas particulier, le phénomène de Peltier; mais la diffusion des liquides, après un certain temps de fonctionnement, suffit à expliquer tout.

» Un fait intéressant s'est manifesté pendant ces expériences : la colonne capillaire était animée d'un tremblotement continu.

» 2° J'ai eu l'idée d'appliquer cette propriété, dont jouit le microthermomètre, d'accuser les variations les plus rapides de température, à la mesure de l'énergie radiante du Soleil.

» Une expérience préparatoire m'a, en effet, démontré que, si l'on interpose entre le Soleil et un microthermomètre placé au centre d'une enveloppe isotherme un disque interrupteur, on pourra, en graduant très exactement la durée relative des temps d'admission et d'extinction et réglant la vitesse du disque, faire osciller la colonne capillaire entre des limites fixes avec une vitesse suffisante pour qu'on ait l'impression d'une mage continue, facile à mesurer au micromètre. »

PHOTOCHIMIE. — *Etudes sur l'action chimique de la lumière : décomposition de l'acide oxalique par le perchlorure de fer.* Note de M. G. LEMOINE.

« Pour mesurer commodément les diverses influences dont peut dépendre l'action chimique de la lumière, j'ai choisi la décomposition de

l'acide oxalique par le perchlorure de fer, déjà examinée par M. Marchand et par M. Jodin :

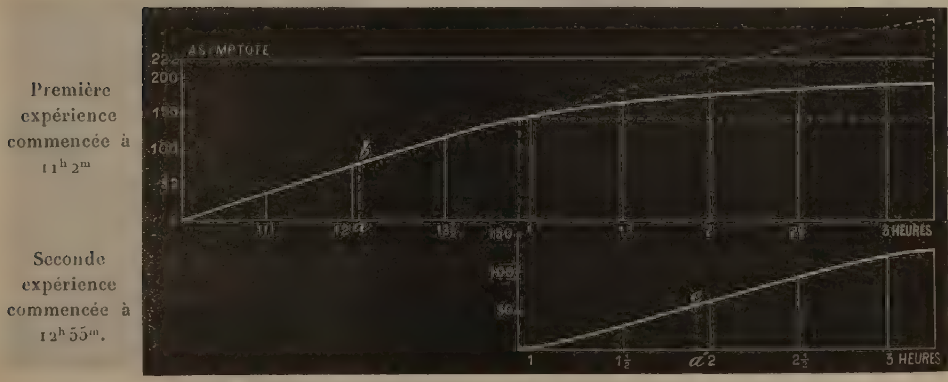
$$2Fe^2Cl^3 + C^4H^2O^8 = 4FeCl + 2HCl + 4CO^2.$$

» *Mode d'expérience.* — Les expériences sont essentiellement comparatives, et les surfaces exposées au soleil toujours égales. Des tubes verticaux en verre mince, de $0^m,015$ de diamètre intérieur, contiennent 20^{cc} d'un mélange fait dans différentes conditions : le gaz est recueilli sur de la glycérine. Les liquides employés proviennent de dissolutions *normales* obtenues avec $1^{éq}$ de chaque réactif par litre (63^{gr} de C^2O^3, 3HO et $162^{gr},5$ de Fe^2Cl^3); on sature ces dissolutions d'acide carbonique. On fait plusieurs mesures consécutives pour appuyer les comparaisons sur plusieurs déterminations et on les résume par des tracés graphiques analogues à ceux qui suivent. Cette méthode se prête à de nombreuses vérifications et élimine l'influence des changements d'état du ciel.

» Les expériences ont été faites autant que possible entre 10^h et 2^h, sous le climat de Paris, sur des tours bien découvertes, ayant vue sur la totalité de la voûte céleste.

» *Vitesse de la réaction* (*fig.* 1). — La vitesse de la réaction dépend na-

Fig. 1. — *Vitesse de la reaction.*
Dissolutions normales ($1^{éq}$ par litre). Équivalents égaux.
23 septembre 1883.



Les longueurs représentent le temps; les hauteurs, les volumes de gaz dégagés. Le volume total de gaz que pouvait produire le mélange était 222^{cc}.

La courbe en traits interrompus ajoutée à la première expérience est la reproduction de la courbe correspondant à la deuxième expérience, pour faciliter la comparaison.

Si l'on veut apprécier les variations de l'intensité de la lumière, on peut prendre le rapport des volumes de gaz *ab*, *a'c* mesurés pour chaque expérience au bout d'une heure.

turellement de l'intensité de la lumière solaire. Mais, pour une même intensité lumineuse, la réaction progresse d'abord avec une vitesse à peu

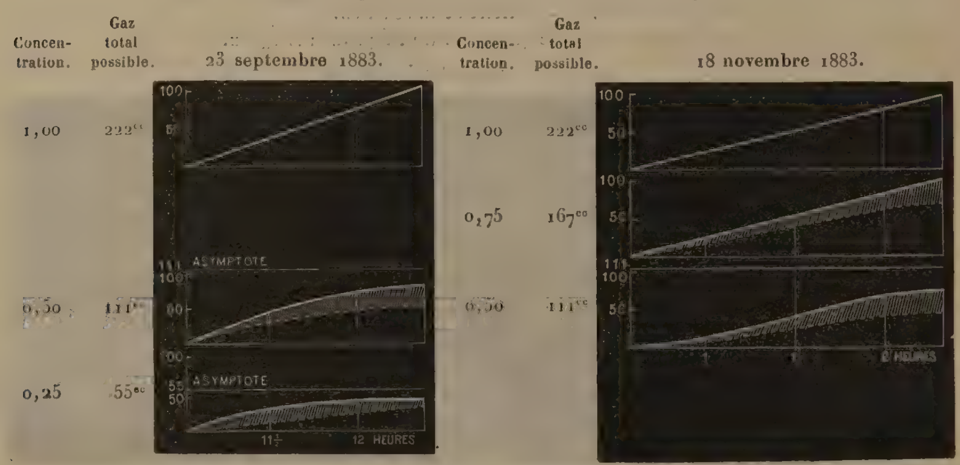
près constante; elle se ralentit seulement lorsque le liquide a dégagé environ la moitié du gaz total qu'il peut fournir. Avec une grande masse de liquide, ce ralentissement serait donc très long à se produire. Voici la représentation graphique d'expériences faites avec deux tubes identiques, dont le second a été disposé deux heures après le premier, lorsque celui-ci avait dégagé déjà 142^{cc} (sur 222^{cc} possibles).

» *Influence de l'insolation préalable.* — Lorsqu'on expose séparément les deux réactifs au soleil pendant plusieurs heures, puis qu'on les mélange, l'action chimique devient sensiblement plus intense. Ce résultat rappelle les expériences si curieuses de Niepce de Saint-Victor sur l'*emmagasinement de la lumière* :

Heures (17 septembre 1883).	11.40	1.00	1.23	1.41	2.02	2.16	2.27	1.40
Gaz dégagé par des liquides non insolés.	0	24	52	64	83	93	100	107^{cc}
Gaz dégagé par des liquides insolés neuf heures....	0	24	58	70	91	103	110	117^{cc}
Rapport....	»	1,00	1,11	1,09	1,10	1,11	1,10	1,09

» *Influence de la dilution* (*fig.* 2). — Toutes choses étant égales d'ailleurs, l'addition d'eau augmente l'action chimique. Cette influence de

Fig. 2. — *Influence de la concentration des réactifs.*



Les longueurs représentent le temps; les hauteurs, les volumes de gaz dégagés.

Les courbes en traits interrompus correspondent à l'hypothèse où les volumes de gaz dégagé seraient proportionnels aux quantités absolues de mélange actif contenu dans la dissolution.

l'eau peut se rattacher à la décomposition partielle qu'elle fait subir aux sels de sesquioxyde de fer (expériences de M. Debray, de M. Berthelot, etc.) : elle peut aussi tenir simplement à l'absorption qu'exerce le perchlorure de fer et qui diminue à mesure que le liquide est plus dilué.

» Les expériences étaient faites avec des tubes contenant tous 20^cc de liquide, mais avec des concentrations différentes. Le tube où la concentration est la moitié de celle des dissolutions normales, et où par conséquent il y a moitié moins de mélange actif, dégage des quantités de gaz plus fortes que la moitié de celles du tube des dissolutions normales. En outre, pour les liquides étendus, la période de ralentissement arrive plus vite, de sorte que le rapport entre les quantités de gaz des deux expériences est loin d'être constant : dans les tubes où la dilution est très grande, il y a très peu de matière réelle, de sorte qu'elle est rapidement consommée et que le dégagement gazeux tend à s'arrêter rapidement, en même temps que le liquide prend une teinte verte.

» *Influence de l'excès de l'un des réactifs* (*fig.* 3). — Prenons des tubes

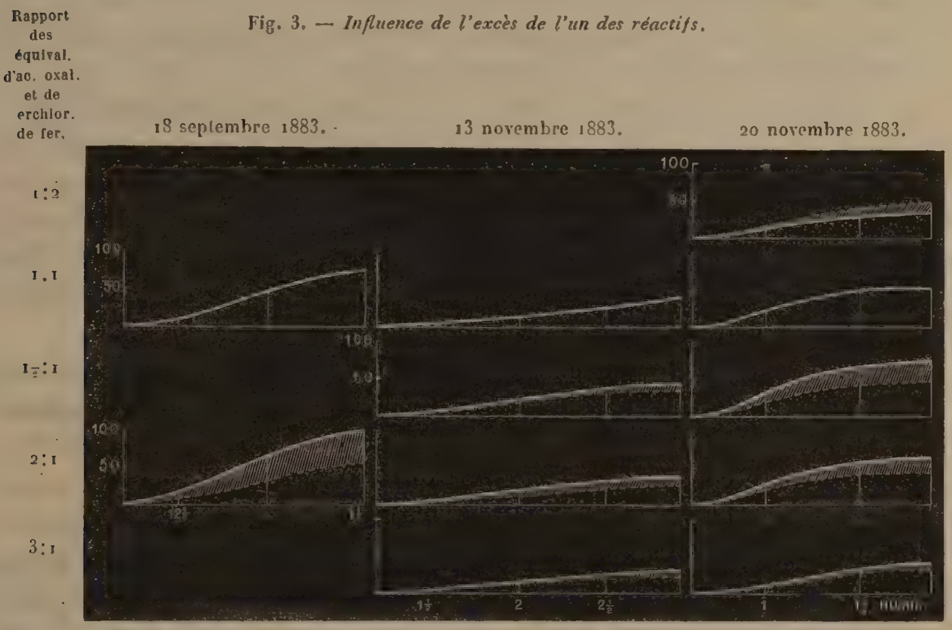


Fig. 3. — *Influence de l'excès de l'un des réactifs.*

Les longueurs représentent le temps en heures; les hauteurs, les volumes de gaz dégagés.
Les volumes de dissolutions normales (1^éq par litre) employés étaient respectivement :

Acide.	Perchlorure.	Réactif en excès.	Concentration du mélange actif.
cc	cc	cc	
6,7	13,3	6,7 de perchlorure.	$\frac{13,3}{20} = 0,67$
10,0	10,0	0	1
12,0	8,0	4,0 d'acide.	$\frac{16}{20} = 0,8$
13,3	6,7	6,7 d'acide.	$\frac{13,3}{20} = 0,67$
15,0	5,0	10,0 d'acide.	$\frac{10}{20} = 0,50$

Les courbes en traits interrompus correspondent à l'hypothèse où les volumes de gaz dégagés seraient proportionnels aux quantités absolues de mélange actif contenu dans la dissolution.

contenant tous 20^cc de liquides obtenus en mélangeant en différentes pro-

portions les dissolutions normales; ainsi $6^{cc},65$ de perchlorure de fer et $13^{cc},3$ d'acide oxalique correspondent au rapport des équivalents 1 : 2. Le mélange réellement actif, qui est à équivalents égaux, se trouve ainsi dilué, dans une proportion connue, par une dissolution du réactif en excès. Les résultats obtenus sont représentés dans la *fig.* 3.

» D'autres expériences ont permis de comparer directement les dégagements gazeux produits en opérant une même dilution, soit avec de l'eau, soit avec tel ou tel réactif. Les résultats varient suivant que le perchlorure de fer ou l'acide oxalique est en excès, car le perchlorure de fer absorbe énergiquement les radiations chimiques. Quand il y a excès de perchlorure de fer, on a moins de gaz qu'on n'en aurait en tenant compte seulement de l'état de dilution. Le résultat est sensiblement le même qu'avec le perchlorure lorsqu'on ajoute du protochlorure de fer au mélange actif. Quand il y a excès d'acide, les volumes de gaz dégagés sont très analogues à ceux que donnerait la dilution faite avec l'eau.

» *Absorption par différents liquides.* — Cette étude sera complétée dès que la saison le permettra, par l'examen de l'absorption exercée par différents liquides. J'expose au soleil deux flacons identiques à faces parallèles qu'on recouvre de papier noir en laissant seulement une fenêtre rectangulaire. On s'assure de l'identité des dégagements gazeux, puis on met devant l'un des flacons une cuve à faces parallèles. Les expériences restent ainsi essentiellement comparatives.

» L'eau n'exerce qu'une absorption insignifiante. Mais le perchlorure de fer est un absorbant énergique; je l'ai vu réduire le dégagement gazeux aux 0,2 environ (dissolution normale de Fe^2Cl^3, sous l'épaisseur de 10^{mm}).

» Quelques expériences préalables avaient été faites avec des tubes placés au centre de bocaux circulaires de $0^m,08$ de diamètre, contenant respectivement de l'air, de l'eau et différentes dissolutions. L'eau accélère alors le dégagement gazeux, parce qu'elle forme lentille cylindrique. En représentant par 1 le gaz dégagé avec l'eau, l'alun (150^{gr} dans 1^{lit}) le réduisait à 0,7; le chlorure de sodium (saturé) l'élevait à 1,2. »

CHIMIE. — *Dissociation du carbonate anhydre d'ammoniaque en présence d'un excès de ses éléments.* Note de M. Isambert, présentée par M. Debray.

« Les gaz qui constituent le carbonate anhydre d'ammoniaque (carbamate d'ammoniaque) s'unissant pour donner ce composé dans un rapport de volumes qui est celui de 1 à 2, il est clair que des excès égaux de l'un

et de l'autre gaz ne doivent pas produire le même effet. En appliquant le calcul à la solution de ce problème, en admettant que la vapeur de ce corps est formée de gaz libres, MM. Horstmann en Allemagne, Guldberg et Waage en Suède, Lemoine en France, ont trouvé que la loi de variation des pressions à une même température devait être donnée par la formule $x^2y = C$, x étant la pression totale du gaz ammoniac et y la pression totale de l'acide carbonique. Cette pression totale est la somme de la tension du gaz libre ajouté en excès et de celle qui appartient au même gaz dans la tension du carbonate anhydre d'ammoniaque, dans les conditions de l'expérience. En particulier, si l'on n'a pas ajouté de gaz libre, p étant la pression de la vapeur dans le vide à la température t, on voit que $C = \frac{4p^3}{27}$; on a donc, entre x et y, la relation

$$x^2y = \frac{4p^3}{27}.$$

» En appelant a la tension du gaz libre ajouté en excès et b celle du carbamate en présence de l'excès a, la formule devient, dans le cas où le gaz ammoniac est en excès,

$$(3a+2b)^2 b = 4p^3;$$

pour un excès a d'acide carbonique,

$$(3a+b)b^2 = p^3.$$

» Les données expérimentales a et b permettent donc, à une température donnée, de calculer p, que l'on a pu, d'un autre côté, mesurer expérimentalement, et ce calcul permet de juger du degré d'exactitude de la formule.

» M. Horstmann a publié sur ce sujet des nombres que M. Lemoine a reproduit dans son étude sur les équilibres chimiques [1] : malheureusement, ces expériences sont uniquement relatives à un intervalle de température très restreint, de 17°,7 à 21°,8; l'accord entre les valeurs de p observées ou calculées est assez satisfaisant dans le cas où l'acide carbonique domine, mais il n'en est plus de même lorsque le gaz ammoniac est en excès.

» C'est ce qui ressort de l'inspection du Tableau suivant, dans lequel je

(1) *Étude sur les équilibres chimiques*, p. 65.

mets en regard les valeurs de p déterminées expérimentalement par M. Horstmann et celles que donne le calcul en prenant pour les valeurs de a et b les nombres publiés par ce savant.

p mesuré expérimentalement.	p calculé.	p mesuré expérimentalement.	p calculé.	p mesuré expérimentalement.	p calculé.
70,9....	67,0	51,2	65,3	50,5	79,3
65,3....	70,0	70,4	63,9	65,3	82,3
66,2....	73,5	65,8	87,5	70,9	67,7
52,6....	56,1	51,2	68,1	66,2	107,4
66,2....	69,1	70,4	52,5	69,9	64,0
72,1....	68,1	51,5	67,0	71,5	89,7
66,2....	70,6	69,9	57,9	64,8	77,7
64,3....	78,3	70,4	63,8	53,0	109,1

» J'ai entrepris de nouvelles expériences, surtout à une température plus élevée, pour chercher si l'accord existe réellement entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul. Comme l'équilibre de tension est long à s'établir, j'ai dû employer un appareil capable de maintenir les tubes barométriques à une température constante pendant des jours et des semaines. J'ai fait construire à cet effet, par M. Wiesnegg, une étuve du genre de l'étuve d'Arsonval, munie d'une porte avec glace qui permet de lire du dehors le volume occupé par le gaz dans les tubes gradués et la hauteur du mercure soulevé. Avec cet appareil je n'ai pas observé, dans le courant d'une semaine, au voisinage de 50°, une variation de température supérieure à $\frac{3}{10}$ de degré.

» J'ai opéré simultanément sur cinq tubes divisés en dixièmes de centimètre cube et rangés les uns à côté des autres dans l'étuve. Les parois de ces tubes étaient tapissées de carbonate anhydre d'ammoniaque; placés ensemble dans l'étuve chauffée, ils indiquaient la même tension. L'un d'eux restant invariable, afin de donner la tension dans le vide, les autres ont reçu des volumes mesurés de gaz ammoniac ou acide carbonique. L'expérience donne la pression totale, différence de la hauteur barométrique et de la colonne de mercure soulevée; la mesure du volume gazeux permet le calcul de la pression propre au gaz libre en excès, et la différence des deux données fournit la pression propre au carbonate dans les conditions de l'expérience. Ces données numériques, mises à la place de a et b dans les formules que j'ai indiquées plus haut, m'ont permis de calculer les valeurs de la tension p dans le vide avec les données différentes qui sont fournies par les divers tubes.

» Dans tous les cas, la température a été maintenue constante pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que l'identité des mesures effectuées à douze heures d'intervalle ait montré que l'équilibre est atteint. Les valeurs trouvées par l'expérience et celles que fournit le calcul sont contenues dans le Tableau suivant :

Température.	Tension p. Expérience.	p calculé. Excès $12^{cc},9\ CO^2$.	Excès $6^{cc},1\ CO^2$.	Excès $6^{cc},0\ AzH^3$.	Excès $11^{cc},4\ AzH^3$.
°	mm	mm	mm	mm	mm
34..........	169,8	170,4	164,5	166,8	181,3
37,2.........	211,0	210,8	204,6	205,9	215,5
39,1.........	234,1	234,4	228,5	229,4	236,9
41,8.........	269,4	271,7	267,7	265,6	274,5
42,5.........	288,3	289,2	284,2	286,2	291,9
43,9.........	313,8	314,5	311,8	313,5	318,4
46,9.........	375,7	375,3	372,0	375,6	378,3
50,1.........	453,8	452,9	452,2	454,1	455,0
52,6.........	526,2	523,5	522,3	523,8	526,2

» La concordance entre ces diverses valeurs de p est très satisfaisante; sans être considérables, les différences restent généralement de même sens pour une même colonne, ce qui semble indiquer qu'elles ont pour cause l'erreur que l'on a pu commettre sur la mesure du volume; une erreur de $\frac{1}{100}$ dans la mesure du volume suffit, en effet, pour changer notablement la valeur de b et par suite celle de p.

» Ainsi l'expérience vérifie les lois établies théoriquement en admettant la décomposition au moment de la vaporisation, et ces mesures confirment le fait de cette décomposition que j'ai établie précédemment par la compressibilité de cette vapeur.

» Dans cette dissociation d'un corps solide donnant naissance à deux éléments gazeux, l'équilibre peut être obtenu de diverses manières, la pression étant minimum quand les gaz sont dans le rapport de 1 à 2; elle est d'autant plus grande que l'un des gaz composants est ajouté en proportion plus grande. »

CHIMIE. — *Sur la fusibilité des sels. Azotates.* Note de M. E. **Maumené**.

« Les azotates de BaO et PbO ne peuvent être fondus ni l'un ni l'autre Mais, lorsqu'on les place, en petits cristaux, au-dessus d'une masse d'azotate de KO, ou NaO, ou d'un mélange, on peut obtenir leur fusion complète sans aucun dégagement d'oxygène ou de AzO^4 et, en un mot, sans

décomposition. Il faut seulement couvrir le creuset en platine (ou la capsule) avec un creuset de même métal, et placer le vase à fusion dans un deuxième vase en platine, couvert, où puisse être recueillie la petite quantité d'azotate que la décrépitation projette au dehors du premier. Cette précaution est surtout nécessaire avec l'azotate de plomb.

» Lorsque la fusion est obtenue, il est facile de recueillir les petites quantités projetées entre les deux vases; on les restitue à la masse contenue dans le vase à fusion et l'on étudie, dans ce vase seul, la marche de la température. L'AzO^5BaO, fondu avec l'AzO^5NaO à équivalents égaux, ne donne pas un grand abaissement du point moyen; on ne peut observer ce point avec le thermomètre à mercure. Il est au moins à 370°.

» A poids égaux, l'abaissement du poids moyen est très notable. Le calcul indique 374° (en admettant au moins 450° pour l'AzO^5BaO). L'expérience donne :

Premiers cristaux à	+ 322°
Solidification..............	+ 288°

» L'abaissement est de 52° au moins (premiers cristaux), de 86° à la solidification.

» L'AzO^5PbO, fondu avec l'AzO^5NaO à poids égaux, présente un liquide très transparent, où la solidification commence, non seulement aux bords circulaires de la masse, mais au fond, par places où apparaissent des cristaux laiteux qui s'étendent en amas réguliers, elliptiques ou semblables aux feuilles lancéolées, etc.

» Le thermomètre offre un point fixe à 282°. Le calcul indique 374° (encore en admettant 450° pour AzO^5PbO). Il y a donc abaissement d'au moins 92°.

» Si l'on fait fondre des poids égaux d'AzO^5KO, AzO^5NaO, AzO^5PbO, le mélange n'est pas transparent comme celui dont nous venons de parler; la solidification a lieu seulement à 259°; calcul, 358°; abaissement, 99°.

» L'azotate d'ammoniaque AzO^5HO, H^3Az (je ne discute pas cette formule) peut être dissous dans les autres azotates et produit des résultats dignes d'attention.

» Chauffé seul, l'AzO^5HO, H^3Az fond à + 153° et se solidifie à 135° ([1]). Sa décomposition sous 760^{mm} commence à 212° (dégagement d'AzO).

» Si dans l'AzO^5KO et AzO^5NaO à poids égaux (ou dans leur mélange à équivalents égaux, conseillé par M. Étard), on verse d'abord un poids

([1]) La fusion avait été indiquée *vers* 152° (M. Berthelot, *Comptes rendus*).

d'AzO^5HO, H^3Az égal à celui de l'un des deux autres, on voit de suite l'indice d'un abaissement de température. L'AzO^5HO, H^3Az fond sans dégager trace de vapeur, ni bien entendu d'AzO; le thermomètre s'abaisse, et l'on obtient un liquide très fluide, très transparent, laissant distinguer, non seulement le thermomètre, mais le fond du creuset en platine, comme si ce vase renfermait de l'eau. Les premiers cristaux se forment à $+144°$.

» Le point fixe apparaît vers 137° ou 136°; le calcul indique 259°; donc, abaissement de 123° à la solidification.

» Si l'on ajoute dans le même mélange une quantité d'AzO^5HO, H^3Az égale à la première, afin de rendre le poids de ce sel égal à celui des deux autres azotates réunis, la fusion est encore très facile; le liquide ne laisse pas former de cristaux avant 125°; le point fixe, très net, est à 122°.

» Le calcul rapporté directement aux trois azotates indique 233°; l'abaissement est donc de 111°.

» On peut fondre le mélange à poids égaux de l'AzO^5HO, H^3Az avec chacun des azotates dont il vient d'être parlé, par exemple avec AzO^5, NaO. Il suffit de pulvériser finement les deux azotates et de les mêler soigneusement : on les jette ensuite, par petites portions, dans le vase en platine, où l'on voit le mélange devenir liquide sans production de vapeurs du sel ammoniacal, à plus forte raison sans dégagement de gaz; le liquide est presque transparent.

Premiers cristaux à	135°
Point fixe à	114,5
Calcul	225,5
Abaissement	111

» Le mélange peut être employé très avantageusement pour la dessiccation de toutes les matières auxquelles on ne veut pas appliquer plus de 120° ou 125° de chaleur. Une masse un peu notable peut être très aisément maintenue de 115° à 120° pendant de longues heures; il est donc on ne peut plus facile de laver tous les objets plongés dans ce bain salin; il a même le défaut de sa qualité : il est déliquescent; on est averti, même de loin, d'une surchauffe très légère. Les fumées du sel ammoniacal ne se produisent qu'a une température de 200°.

» Le mélange avec l'AzO^5, KO seul ne se produit pas tout à fait aussi aisément que celui dont nous venons de parler. Si les sels ne sont pas en poussière, on observe une perte de 5 à 10 pour 100 de l'azotate ammoniacal.

Le point fixe est à	230° à peu près.
Calcul	240
Abaissement	10, pas plus.

» L'azotate de manganèse, facilement décomposable avec dépôt de MnO^2, comme on sait, peut cependant être fondu sans altération dans le mélange d'azotate de soude et d'azotate d'ammoniaque. Le mélange des trois sels peut être porté à 140° sans que la plus petite quantité de MnO^2 soit éliminée; il redescend jusqu'à 76° sans être entièrement solidifié. Si l'azotate de manganèse n'est pas parfaitement sec, il reste du liquide, même vers + 15°.

» L'azotate de strontiane, comme celui de baryte, ne peut être fondu sans décomposition, mais, mêlé avec son poids du mélange des azotates de potasse et de soude (à poids égal) il fond, reste intact; le mélange, à peine refroidi, laisse voir un dépôt assez épais, même à 295°, descend à 237° où la partie liquide commence à cristalliser, mais n'est entièrement solidifiée qu'à 214°. Pendant la fusion, une petite quantité d'oxygène est dégagée, une allumette se rallume, mais il n'y a pas de vapeur rouge, et le poids total des sels n'est pas diminué. La flamme de l'allumette est jaune.

» Il résulte des observations qui précèdent un moyen de remplacer entièrement les bains d'huile, puisque le mélange des azotates alcalins avec l'azotate d'ammoniaque peut fondre à 122° ou même à 114°,5, et avec l'azotate de manganèse à 76° ou 80°.

» Ce résultat peut encourager la continuation de nouvelles études : je me propose de les faire et d'étendre encore, s'il est possible, la portée du service rendu par M. Étard. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydronicotine et l'oxytrinicotine.* Note de M. A. **Étard**, présentée par M. Cahours.

« I. Parmi les rapprochements de formules qu'on peut faire entre la nicotine et les alcaloïdes plus simples de la série pyridique, le premier qui se présente à l'esprit consiste à regarder cette base comme une sorte de pipéridylpyridine. On conçoit, en effet, qu'une base de la formule de la nicotine puisse résulter de la réaction de la pipéridine sur une bromopyridine, dans le sens de l'équation suivante :

$$C^5H^4BrAz + C^5H^{11}Az = C^{10}H^{14}Az^2, HBr.$$

» Si la nicotine contenait ainsi un noyau pyridique non saturé, on pouvait espérer y fixer de l'hydrogène pour compléter la saturation.

» On peut en effet préparer une hydronicotine en opérant comme suit :

» Dans une série de tubes de verre très résistants on introduit un mélange contenant, pour chaque tube, 5gr de phosphore rouge, 5gr de nicotine et 60gr d'acide iodhydrique fumant. Ces tubes sont chauffés deux par deux à 260°-270° pendant dix heures.

» La moitié des tubes environ résiste à la pression produite, et ces tubes renferment, outre de l'hydrogène, un corps cristallisé, vraisemblablement un periodure, qu'on décompose par la potasse afin de mettre les bases qui y sont contenues en liberté. On sépare les bases huileuses par la distillation fractionnée qui permet d'isoler très simplement un peu d'hydrocollidine, bouillant à 205°, de la nicotine bouillant à 244°, puis enfin une nouvelle base bouillant à 263°-264° et donnant à l'analyse les résultats suivants :

	Expérience.	Calcul.
C	72,60	73,1
H	9,60	9,7
Az	17,80	17,2

» Ces nombres peuvent se traduire par la formule $C^{10}H^{16}Az^2$ d'une hydronicotine, différant de la nicotine par H^2 en plus.

» L'hydronicotine $C^{10}H^{16}Az^2$ est une substance huileuse, bouillant à 263-264°, d'une densité de 0,993 à 17°. Elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, en toutes proportions ; son odeur est faible.

» L'hydronicotine est lévogyre ; le pouvoir rotatoire de cette base et celui de la nicotine ont été pris comparativement avec des solutions aqueuses renfermant 13,7 pour 100 de matière active.

Nicotine $[\alpha]_D$	73° 6
Hydronicotine $[\alpha]_D$	15°40

» On sait que le pouvoir rotatoire de la nicotine diminue avec la dilution. Les acides dissolvent l'hydronicotine avec dégagement de chaleur, les alcalis précipitent la base.

» Le chlorure de platine précipite les solutions, même très étendues, d'hydronicotine à l'état de chloroplatinate cristallin, jaune clair, qui se distingue et se sépare facilement du chloroplatinate de nicotine, fort

soluble. Ce chloroplatinate perd 1^{mol} d'eau dans l'air sec; son analyse donne :

		Calculé.
C	20,00	20,3
H	3,50	3,3
Pt	33,56	32,8
H^2O	3,40	3,0

nombres correspondant à la formule

$$C^{10}H^{16}Az^2,\ 2HClPtCl^4 + H^2O.$$

» Le chlorhydrate d'hydronicotine ne précipite pas le chlorure d'or; il est aussi sans action sur les sels ferreux et ferriques, sur le bichlorure de mercure et le bichromate de potasse en solutions étendues et froides.

» L'acide iodhydrique sous pression est le seul corps qui m'ait permis, jusqu'à présent, de fixer de l'hydrogène sur la nicotine.

» II. La nicotine, soumise à l'action de divers réactifs oxydants, donne des résultats différents : je me bornerai à faire connaître ici la manière dont cette base se comporte avec l'oxyde mercurique.

» Dans de la nicotine, maintenue à 240° (point d'ébullition 244°), on ajoute, par petites portions, de l'oxyde mercurique ordinaire. Chaque addition d'oxyde provoque une vive réaction; il se forme de l'eau qui se dégage et du mercure métallique qui s'accumule au fond du verre. Lorsque la nicotine, soumise à ce traitement, est devenue épaisse et brune, on laisse refroidir et l'on dissout la matière dans de l'acide chlorhydrique étendu. On sépare par filtration le mercure et ses composés insolubles; puis, après avoir fait réagir l'hydrogène sulfuré, on filtre encore pour séparer le sulfure de mercure formé. Ces traitements fournissent un liquide ayant la couleur du café noir et donnant avec les alcalis un précipité brun, floconneux, à fonction basique, toujours de la même composition.

» Ce précipité renferme, après lavage et dessiccation :

	Expérience.	Théorie.
C	71,5	71,57
H	5,4	5,55
Az	16,7	16,70

» On peut traduire ces nombres par la formule

$$C^{30}H^{27}Az^6O^2;$$

mais, au lieu de cette formule brute, il est préférable d'écrire

$$(C^{10}H^9Az^2)^3O^2,$$

pour rapprocher ce corps de la *thiotétrapyridine*

$$(C^{10}H^9Az^2)^2S,$$

substance que M. Cahours et moi avons découverte et dont nous avons fait connaître les propriétés et les principales réactions.

» On peut considérer les conditions dans lesquelles se forme la base brune, dont je viens de parler, comme analogues à celles où prend naissance la thiotétrapyridine; cette dernière provient de l'action du soufre libre, et l'on peut bien penser que l'oxyde mercurique à 240° se comporte comme de l'oxygène libre en présence d'une matière organique. Je propose de désigner la base noire par le nom d'*oxytrinicotine*.

» Le chlorhydrate d'oxytrinicotine est incristallisable et doué, comme celui de la thiotétrapyridine, d'une saveur astringente. Le chlorure de platine précipite ce sel sous la forme d'une poudre d'un jaune brun renfermant

$$C = 25,5,\quad H = 4,2,\quad Az = 6,0,\quad Cl = 28,4,\quad Pt = 25,9,$$

ce qui correspond sensiblement à la formule

$$(C^{10}H^9Az^2)^3O^2,\ 2PtCl^6H^2 + 8H^2O.$$

» Plusieurs bases aromatiques, à point d'ébullition élevé, sont oxydées par l'oxyde mercurique, en donnant assez souvent des matières colorantes qu'il n'entre pas dans mes projets d'examiner. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la vitesse relative des transmissions visuelles, auditives et tactiles.* Note de M. **A. Bloch**, présentée par M. Paul Bert.

« Mon travail se compose de trois parties distinctes, comprenant chacune la comparaison de deux sensations : 1° audition et toucher; 2° audition et vision; 3° vision et toucher.

» *Première série.* — Le son, ou plutôt le bruit que j'ai étudié, était produit (à $0^m,40$ de distance de mon oreille) par une lame d'acier, portée sur un pied indépendant, et qui, à chaque tour du cylindre enregistreur de Foucault, venait heurter une épingle collée, à ses deux extrémités, sur la surface de l'instrument, parallèlement à son axe. L'excitation tactile con-

sistait dans l'effleurement d'un doigt de la main par un onglet de baleine amincie, fixé également sur le cylindre, normalement à sa surface.

» Le moment du bruit demeurait toujours le même. Quant au choc de l'onglet de baleine, je pouvais l'avancer ou le retarder en faisant glisser la main le long d'un tuteur placé devant le cylindre.

» Les repères étaient pris, à chaque expérience, sur une bande de papier noirci, et cela au moyen du style d'un tambour à levier de M. Marey, que je faisais jouer, pendant les repos du régulateur, aux instants précis où l'épingle était heurtée et où le doigt était effleuré. Je mesurais la distance entre les repères par les vibrations inscrites d'un diapason de 500 vibrations simples.

» Cela posé, l'expérience consistait à rechercher par tâtonnements dans quelles circonstances d'écartement entre les deux excitations on pouvait constater la simultanéité des deux sensations, auditive et tactile.

» Cette simultanéité ne se manifeste que lorsque le choc sur le doigt précède le son, dans toutes les positions comprises entre $\frac{14}{250}$ et $\frac{5}{250}$ de seconde. J'interprète ce résultat par les effets combinés des durées de transmission et des durées de persistance du toucher et de l'audition.

» En conséquence, je pose les équations suivantes :

$$T + P = \frac{14}{250} + S$$

et

$$T = \frac{5}{250} + S + P',$$

en désignant par T le temps de la transmission tactile, par S celui de la transmission auditive, par P la persistance du toucher et par P' celle de l'audition.

» J'ai mesuré, par des expériences directes, la durée des persistances. Pour le son, j'ai cherché quel intervalle de deux sons, pareils à celui de la lame d'acier, donnait une seule sensation auditive; pour le toucher, quel écartement de deux onglets de baleine, frappant successivement le doigt, donnait un synchronisme apparent.

» J'évalue P à $\frac{1}{42}$ de seconde et P' à $\frac{1}{84}$; d'où je puis écrire

$$T = S + \frac{1}{34} \quad \text{et} \quad T = S + \frac{1}{34},$$

chacune des deux parties de l'expérience venant contrôler l'autre.

Seconde série. — Dans la comparaison des sensations visuelles et auditives, le procédé est le même. L'excitation visuelle était produite par le

passage, devant un tube de $0^{m},30$, d'une lamelle de papier métallique, fortement éclairée et donnant $\frac{12}{250}$ de seconde pour durée de la persistance.

» On trouve la simultanéité depuis $\frac{9}{250}$ de seconde, quand le passage lumineux précède le son, jusqu'à $\frac{7}{250}$ de seconde, lorsque le son est premier. De là,

$$S + \tfrac{1}{84} = \tfrac{7}{250} + V \quad \text{et} \quad V + \tfrac{12}{250} = \tfrac{9}{250} + S,$$

ce qui donne pour moyenne

$$S = V + \tfrac{1}{72}.$$

» La variabilité des temps de persistance, relativement aux intensités des excitations sensorielles, est considérable. Ainsi, lorsque je substitue un papier blanc à la lamelle métallique, la persistance n'est plus que de $\frac{7}{250}$ de seconde; mais, en tenant compte de la largeur de la bande blanche, qui est de $\frac{3}{250}$ de seconde, j'obtiens le même résultat final qu'au moyen de l'éclair rapide du métal.

» J'ai, en effet, S avant V, simultanéité à $\frac{7}{250}$ de seconde; V avant S, simultanéité à $\frac{7}{250}$ de seconde, ce qui donne, comme précédemment,

$$S = V + \tfrac{1}{72}.$$

» Les résultats des deux premières séries d'expériences fournissent la valeur de T, fonction de V,

$$T = V + \tfrac{1}{21}.$$

» Mais, en cherchant directement la comparaison du toucher et de la vision, on a le moyen de contrôler tous les résultats qui précèdent et le bien fondé de la théorie.

» *Troisième série.* — On trouve, en effet, la simultanéité lorsque l'excitation tactile est première, depuis $\frac{16,5}{250}$ jusqu'à $\frac{1}{250}$ de seconde, ce qui, comme résultats, permet d'écrire

$$T = V + \tfrac{1}{19} \quad \text{et} \quad T = V + \tfrac{1}{25}.$$

La moyenne $\frac{1}{21}$ trouvée par le calcul est donc très suffisamment exacte, et il est permis de conclure :

» *Des trois sensations étudiées, la vision est la plus rapide; puis vient l'audition dont la transmission dure $\frac{1}{72}$ de seconde de plus que la transmission visuelle; enfin le toucher sur la main, dont la transmission dure $\frac{1}{21}$ de seconde de plus que la transmission visuelle.* »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux et la classification des Phyllodociens.* Note de M. G. PRUVOT, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le système nerveux des Annélides de cette famille n'a été jusqu'ici que superficiellement étudié et, en particulier, aucun des nerfs de la chaîne ganglionnaire ventrale n'a encore été signalé; leur importance est grande pourtant au point de vue systématique, car l'étude de leur origine et de leur distribution permet seule d'écarter la confusion qui règne encore au sujet des appendices des premiers segments dont le nombre et la situation sont utilisés dans une si large mesure pour l'établissement des coupes génériques.

» Chez la *Phyllodoce laminosa*, les deux *ganglions sus-œsophagiens* sont soudés en une masse unique, légèrement échancrée sur la ligne médiane et qui émet de chaque côté trois nerfs :

» 1° Un *nerf antennaire antérieur*, sortant du bord externe du ganglion;

» 2° Un *nerf antennaire postérieur*, qui naît postérieurement de l'angle externe;

» 3° Émergeant du même point que ce dernier, un *nerf oculaire*, grêle et court, qui se jette dans un petit *ganglion ophtalmique* sur la face supérieure duquel repose l'œil que la masse nerveuse enveloppe presque en entier.

» Les *connectifs œsophagiens* abandonnent les ganglions cérébroïdes au point d'émergence des nerfs antennaires antérieurs et vont se jeter dans deux *ganglions sous-œsophagiens*, allongés transversalement, piriformes et situés dans le troisième segment du corps ([1]). Ils donnent naissance chacun à trois nerfs :

» 1° Le *premier nerf tentaculaire* qui se détache de la base du connectif œsophagien après avoir à l'origine confondu ses fibres avec les siennes;

» 2° Le deuxième nerf tentaculaire, qui sort du ganglion au même point que le connectif et après un court trajet qui ne dépasse pas $\frac{2}{10}$ de millimètre, se divise en deux branches égales destinées aux cirrhes dorsal et ventral correspondants;

» 3° Le *premier nerf pédieux* qui naît du milieu de la face ventrale du ganglion et contourne antérieurement l'extrémité supérieure du muscle

---

([1]) Contrairement aux descriptions des auteurs, les cirrhes tentaculaires sont dans cette espèce répartis sur trois segments, par 1, 2, 1, et le dernier porte à sa base un petit cirrhe ventral et un mamelon pédieux rudimentaire.

longitudinal latéral pour se rendre au dernier cirrhe tentaculaire après avoir émis deux filets destinés, l'un au cirrhe ventral et l'autre à la rame pédieuse. Au point d'où se détachent ces rameaux secondaires se trouvent quelques cellules nerveuses qui, pour ne pas former de renflement appréciable, n'en représentent pas moins un ganglion de renforcement.

» Les ganglions qui forment la *chaîne ventrale* sont ovoïdes et soudés ensemble sur la ligne médiane, les connectifs courts et assez écartés.

» Du milieu de la face ventrale de chaque ganglion émergent deux troncs nerveux dont le premier très grêle et très court m'a paru se distribuer aux muscles et aux téguments. Le second, *nerf pédieux*, après avoir contourné le muscle longitudinal, traverse un ganglion de renforcement situé superficiellement à la base du pied, puis se rend au grand cirrhe dorsal foliacé en traversant obliquement le mamelon pédieux. Il émet au sortir du ganglion un petit rameau pour le cirrhe ventral.

» Ainsi l'étude des connexions nerveuses nous montre que le segment qui porte le dernier cirrhe tentaculaire ne diffère pas fondamentalement des segments sétigères normaux; le précédent peut sans peine être ramené au même type et le premier segment seul pourrait être considéré comme un segment buccal recevant ses nerfs du connectif.

» Si l'on se borne à l'examen extérieur, le seul possible pour la détermination des espèces, il est établi déjà que le *Phyllodoce lugens* (Ehlers) et la *Ph. Paretti* (And. et Edw.) offrent un mamelon pédieux à la base de la dernière paire de cirrhes tentaculaires. J'y puis joindre la *Ph. laminosa* (Sav.) et l'*Eulalia meniceros* (n. sp.) (1), et alors chez ces espèces le nombre des tentacules serait réduit à trois paires. La *Ph. pallida* (Clap.) et la *Ph. corniculata* (Clap.), auxquelles mes observations me permettent d'adjoindre l'*Eul. microceros* (Clap.), l'*Eul. punctifera* (Gr.), la *Ph. undata* (n. sp.) (2), la *Nothis anguicula* (n. g.) (3), présentent un mamelon pédieux dès le deuxième segment et sont ainsi réduites à une seule paire de tentacules. Ainsi :

» 1° Tandis que les auteurs ne s'accordent pas sur la manière d'envi-

---

(1) Caractérisée par la forme corniculée et la division en deux articles des antennes antérieures et des cirrhes ventraux du deuxième segment.

(2) Caractérisée par la forme des cirrhes, tant dorsaux que ventraux, qu sont tous semblables, courts et cylindriques, à l'exception des trois premiers dorsaux subulés.

(3) Caractérisée par l'absence de cirrhes dorsaux au troisième segment, la réduction des cirrhes dorsaux typiques et la forme des soies, dont la hampe se termine par une lame élargie en cuilleron.

sager les premiers appendices du corps, il est toujours possible de distinguer les cirrhes tentaculaires en dorsaux et ventraux, le premier représentant un cirrhe dorsal par sa position;

» 2° Les cirrhes ventraux ne peuvent être d'aucun secours pour les coupes génériques, leur changement de forme se faisant insensiblement de bas en haut;

» Il n'en est pas de même des cirrhes dorsaux qui, subulés dans les premiers segments du corps, passent brusquement à une forme plus ramassée ou à la forme foliacée caractéristique.

» Il me semble donc qu'on ne pourra éviter de confusion qu'en retirant toute valeur systématique aux cirrhes ventraux des deuxième et troisième segments et en divisant ainsi les Phyllodociens de nos côtes :

5 antennes : 1° Les 3 premiers cirrhes dorsaux subulés. — EULALIA (*Eulalia*, Sav., *kinbergia*, Quatr., *Eracia*, Quatr., *Eumida*, Malm.);
2° Les 2 premiers cirrhes dorsaux subulés. — ... N ... (*Eulalia incompleta*, Val.?, *Eul. obtecta*, Gr.?)

4 antennes : 1° Les 3 premiers cirrhes dorsaux subulés. — PHYLLODOCE (*Phyllodoce*, Sav., *Lugia*, Quatr., *Carobia*, Quatr.);
2° Les 2 premiers cirrhes dorsaux subulés (à tous les anneaux munis de cirrhes dorsaux). — ETEONE (*Eteone*, Sav., *Ph. Kinbergi*, Quatr.?, *Ph. breviremis*, Quatr.?).
b. Troisième segment sans cirrhe dorsal. — NOTHIS (n. g.).

» Les observations qui précèdent seront développées dans un Mémoire accompagné de planches, et dont les éléments ont été réunis dans les laboratoires de M. de Lacaze-Duthiers, tant à Roscoff qu'à Banyuls. »

BOTANIQUE. — *Sur l'axe des* Œnanthe *et sur les productions anomales en général*. Note de M. R. GÉRARD, présentée par M. Chatin.

« L'étude de l'axe des *Œnanthe* m'a fourni différents faits et suggéré des considérations que je crois devoir soumettre à l'appréciation de l'Académie :

» 1° Les racines adventives tuberculeuses de l'*Œnanthe crocata* sont manifestement insérées à l'extrémité de courts rameaux à entrenœuds rapprochés : c'est là un fait peu commun. La jonction des deux organes se fait absolument comme l'union de la tige principale au pivot par l'intermédiaire d'un collet.

» 2° Si l'on cherche à se rendre compte des causes de l'anomalie des racines d'*OEnanthe*, anomalie consistant en faisceaux médullaires, etc., supplémentaires, on est étonné d'arriver à des résultats différents selon le point où porte l'observation.

» La racine est normale à sa base, mais sur un parcours très peu étendu. L'anomalie s'établit par un processus plus ou moins compliqué selon les genres. Chez l'*OEnanthe fistulosa*, les faisceaux libéro-ligneux secondaires se divisent radialement en deux parties, puis celles-ci, contournant les faisceaux ligneux primaires les plus voisins, les entourent en s'unissant à leurs homologues d'un anneau continu formé de bois secondaire, de cambium et de liber secondaire. La racine a perdu son cambium circulaire : elle présente maintenant autant de centres de développement qu'elle possédait de faisceaux de bois primaire. Chez l'*OEnanthe crocata*, chaque massif d'éléments secondaires se divise en quatre segments; les portions latérales avoisinant le bois primaire se comportent comme les faisceaux de l'*OEnanthe fistulosa*, les parties médianes s'avancent dans la moelle et y constituent, en s'y unissant deux à deux, un second groupe de faisceaux anormaux. Dans l'un et l'autre cas, l'anomalie s'explique entièrement par le déplacement du cambium ordinaire.

» Examine-t-on l'apparition de ces divers éléments au sommet de la racine, il faut conclure tout autrement. Après la différenciation des formations primaires apparaît le cambium normal, qui perd bientôt ses caractères en se stérilisant en face des faisceaux libériens primaires. Puis se développe à la face interne du bois primaire un second tissu générateur qui, en se réunissant aux parties restantes du précédent, engendre les faisceaux circulaires externes qui existent seuls chez l'*OEnanthe fistulosa*. Les faisceaux médullaires ne se retrouvent dans la racine adulte de l'*OEnanthe crocata* qu'à une certaine distance du sommet, et ils proviennent de la segmentation des faisceaux externes. Dans le second cas, il faut admettre la formation d'un cambium nouveau. De ces deux manières de voir, quelle est celle à admettre pour expliquer l'origine de l'anomalie? A mon avis, c'est la première, car nous nous trouvons en présence de deux faits entièrement différents. Dans le premier cas, nous assistons à la production de l'anomalie, dans le second au processus suivi par la nature pour assurer sa perpétuation.

» Il y aura donc lieu, lorsqu'on étudiera les formations extraordinaires de la tige et de la racine, de bien distinguer ces deux faits.

» 3° Voici l'application de ces idées à l'étude de la tige de l'*OEnanthe*

crocata. Cet organe présente dans la moelle de certains de ses entrenœuds des faisceaux anormaux dont M. Trécul a expliqué la formation par la différenciation de deux à quatre faisceaux à bois opposés dans une même masse de procambium. C'est là, pour moi, le mode de perpétuation de l'anomalie; voyons maintenant quelle en est l'origine.

» A la base de chaque nœud, les faisceaux normaux se divisent et envoient dans la moelle des segments qui, dans les nœuds supérieurs, sont tous employés à la confection du plancher nodal, tandis que dans les nœuds inférieurs ils n'y entrent qu'en partie. Dans ce dernier cas, les faisceaux non utilisés dépassent le nœud et parcourent, en conservant leur position première, les entrenœuds supérieurs, pour se terminer finalement dans un des planchers plus élevés. Telle est l'origine de l'anomalie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la propagation des lames produites par l'éruption des volcans de Java* (*août* 1883). Note de M. **Bouquet de la Grye**, présentée par M. Faye.

« L'éruption volcanique, qui a modifié si profondément l'hydrographie du détroit de la Sonde, a donné naissance à des lames monstrueuses, dont les ravages se sont étendus sur les parties basses du littoral des îles de Java et de Sumatra. Il m'a paru intéressant de rechercher si, malgré la distance, nous ne pourrions pas retrouver la trace de ces ondulations exceptionnelles sur les courbes de nos marégraphes.

» Nous savions que, lors d'un tremblement de terre ressenti au Japon en 1854, l'effet du raz de marée qui en avait été la conséquence avait été enregistré dans les ports de la côte ouest des États-Unis, et que l'ondulation avait été trouvée de 213 milles de longueur, animée d'une vitesse horaire de 366 milles.

» J'ai examiné les courbes de nos marégraphes et voici les faits constatés :

» Sur les tracés enregistrés au Socoa, la mer est agitée anomalement à partir du 26 août à 15^h; à $16^h 50^m$, le 27, il se produit une surélévation plus forte et les oscillations continuent jusqu'à un maximum dont l'époque est (28 août) $0^h 43^m$. Elles se prolongent ensuite au delà du 29, durant ainsi plus de trois jours. La mer au Socoa, qui est proche des grandes profondeurs de l'Atlantique, transmet d'ordinaire les moindres dénivellations produites à de grandes distances. Il y avait donc là une corrélation apparente avec ce qui était survenu dans l'archipel malais.

» Le niveau de la mer à Rochefort jouit d'une propriété singulière : il oscille quelquefois au moment de la pleine mer et le marégraphe enregistre alors des ondulations qui ne sont pas perceptibles dans les pertuis, c'est-à-dire à l'embouchure de la Charente. On peut dire que Rochefort est beaucoup plus sensible que le Socoa, mais d'une façon intermittente; il n'accuse jamais rien en jusant.

» Or on trouve sur les courbes du marégraphe un maximum très caractérisé le 28 à $2^h 15^m$, et un second à $13^h 15^m$ environ. L'amplitude de ces ondulations est de près de $0^m,30$.

» Le marégraphe du fort Boyard, devant lequel passent les ondes signalées à Rochefort, ne donne rien. Celui de Cherbourg est quelque peu affecté à partir du 26 à 22^h, puis le 27 au moment du plein et à $22^h 15^m$, enfin le 28, à $11^h 55^m$ et à $17^h 15^m$, ces oscillations atteignent $0^m,03$.

» Au Havre, au moment seul de la basse mer, on a les traces d'un mouvement des eaux.

» Le phénomène, inscrit si nettement à Rochefort par des ondulations extraordinaires, venait donc de loin; sans cela, la sensibilité du niveau des eaux eût été partout affectée presque également. Essayons de voir s'il est possible de tirer parti des chiffres accusés à Rochefort.

» Il faut tout d'abord consigner les heures des plus grandes secousses de l'éruption. Les renseignements sur ce point manquent un peu de précision. La première est arrivée dans la nuit du 26 au 27, après minuit disent certaines versions, deux heures plus tard disent d'autres, au moment où un district tout entier s'est effondré. J'ai pris cette dernière heure comme la plus problable; elle devient, en temps moyen de Paris, le 26 à 7^h. La seconde crise paraît s'être produite à 3^h le 27, ce qui devient le 26 à 20^h, temps moyen de Paris.

» D'un autre côté, les heures des deux maîtresses ondes de Rochefort doivent subir deux corrections pour être ramenées au temps moyen de Paris et une troisième pour être rapportées à l'heure où l'onde solitaire est venue frapper la côte de France. On a ainsi les deux époques 28 août $1^h 28^m$ et 28 août $12^h 28^m$; les intervalles respectifs sont de $43^h 28^m$ et de $40^h 28^m$.

» La différence entre ces durées de propagation des ondes provient certainement de l'incertitude des heures des maxima de l'éruption; je prends la moyenne $41^h 28^m$ comme plus près de la vérité, et l'on trouve alors 305 milles comme vitesse horaire de propagation de l'onde.

» La dernière Communication faite à l'Académie nous fournit une date plus précise pour une étape intermédiaire. On a observé à Maurice un raz

de marée le 27 août, entre 2^h et 3^h du soir. En prenant $2^h 30^m$ comme heure probable et en la traduisant en temps moyen de Paris, on a 26 août $22^h 50^m$. On ne peut identifier la cause de ce raz de marée qu'à celle du premier maximum de l'éruption, car l'onde arrive trop peu de temps après le second.

» Nous avons alors deux résultats, l'un seulement approché pour le temps de la transmission entre le détroit de la Sonde et l'île Maurice, l'autre, plus exact, relatif à la seconde partie du chemin parcouru. Au premier correspond une vitesse de 186 milles à l'heure; au second, une vitesse de 362 milles. Nous retrouvons dans ce second chiffre, à 2 unités près, la vitesse de la propagation de l'onde marée, entre le cap et Ouessant (Chazallon). La longueur de l'onde est, à un moment donné, de 376 milles.

» Ces renseignements, provenant de l'étude de quelques courbes, ne peuvent être donnés que comme les prodromes de l'enquête à laquelle je me livre. Il existe, en effet, des marégraphes dans l'Inde anglaise et aux États-Unis; partout ces ondes anomales ont dû être enregistrées. Notre mission du cap Horn fournira également un tracé précieux, et de ces documents résultera certainement une connaissance nouvelle du régime des océans.

» En attendant, je me borne à noter le rôle singulier d'analyseurs que remplissent certains marégraphes pour des phénomènes qui se passent à 12600 milles de nos côtes. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Contribution à la théorie volcanique.* Note de M. **Stan. Meunier.**

« A la suite de vues fournies sur le phénomène volcanique par des considérations de Géologie pure, on accueillera peut-être une hypothèse inspirée par les notions de Géologie comparée, et spécialement par la doctrine de l'évolution sidérale.

» Il me semble, en effet, que le problème de l'alimentation en eau des réservoirs volcaniques peut être rattaché à l'exercice de deux phénomènes normaux de la vie planétaire et dont la réalité est généralement admise : 1° la pénétration progressive de l'eau dans les roches profondes, par suite du refroidissement séculaire du globe ; 2° l'effondrement souterrain de portions de l'écorce, que la contraction spontanée du noyau interne prive de leur appui. Grâce au véhicule solide des roches qui la contient, l'eau d'imprégnation des assises inférieures parvient ainsi brusquement dans les régions chaudes, où sa vaporisation et sa dissociation sont immédiates.

» Le fait, sur lequel M. Faye a récemment insisté, de l'épaisseur incom-

parablement plus grande de l'écorce solide sous les océans que sous les continents, place sur une même profondeur des régions où les roches sont imprégnées d'eau et d'autres dont la température est celle de l'ébullition ou même de la dissociation. Le déplacement progressif des océans, par l'effet des bossellements généraux, doit déterminer des réchauffements de parties précédemment atteintes par les infiltrations, et ces parties, sans changer de profondeur, deviennent ainsi le point de départ de dégagement de vapeur.

» Des crevasses horizontales, aux lieux d'épaississement, auraient pour effet de précipiter brusquement dans la zone de dissociation des blocs imprégnés d'eau, et le résultat serait, à l'échelle planétaire, celui des matériaux humides qui, pénétrant par accident sous les minerais fondus, détermineraient parfois des explosions de hauts-fourneaux. »

M. **L. Hugo** adresse une Note sur quelques analogies de la surface de Riemann S.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 novembre 1883.

Préfecture du département de la Seine. Direction des travaux de Paris. Commission technique de l'assainissement de Paris. Procès-verbaux, rapports et résolutions. Paris, Imp. Chaix, 1883; in-4°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société des Sciences naturelles de Neuchâtel; t. XIII. Neuchâtel, 1883; in-8°.

Cours d'exploitation des mines; par M. Haton de la Goupillière; t. I. Paris, Dunod, 1884; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Etude sur la lampe de sûreté des mineurs; par M. J.-B. Marsaut. *Lampe Marsaut.* Alais, Imp. Brugueirolle, 1883; in-8°. (Présenté par M. Daubrée pour le concours Montyon, Arts insalubres.)

De la dermatose de Kaposi (Xeroderma pigmentosum); *par* E. Vidal. Paris,

G. Masson, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. Gosselin, pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Projet de pisciculture industrielle; par J. Barras. Paris, Association ouvrière, Dumont directeur, 1883; br. in-8°.

Le monde physique; par Am. Guillemin; 19e série, liv. 182 à 191. Paris, Hachette et Cie, 1883; gr. in-8° illustré.

Exploration des terrains tertiaires de Thenay; par A. Maitre. Paris, J. Baer, 1883; br. in-8°.

Osservazioni meteorologiche orarie ottenute da strumenti registratori durante l'anno 1881, *rilevate e calcolate da* C. Fornioni. Milano, U. Hoepli, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 19 novembre 1883.)

Page 1029, dernière ligne, *au lieu de* — Z, *lisez* — z.
» » » *au lieu de* l'exposant $\frac{3}{8}$, *lisez* $\frac{3}{2}$.
» » ligne 13 en remontant, *au lieu de* de la molécule, *lisez* de la vitesse de la molécule.
Page 1030, ligne 5, *ajoutez :* en un point dont l'ordonnée z est fort grande.
» » formule (3), *au lieu de* r^2, *lisez* r^3.
» » » (4), *mettez* $\frac{rdr}{r^3}$ après $\int$.
» 1106, après les formules (9), *au lieu de* d'où, *lisez* d'où, vu $a = c\sqrt{3}$.
» 1107, 2e ligne de la formule (11), *au lieu de* $\frac{z^2}{R^2}$, *lisez* $\frac{v^2}{R^2}$.
» » 2e ligne de la formule (12), *au lieu de* $4X^2$, $4Y^2$, *lisez* $4X^2x^2$, $4Y^2y^2$.
» » ligne 3 en remontant, *au lieu de* R_3, *lisez* R^3.
» 1108, ligne 2, *au lieu de* $S\frac{A}{A^3}$, $S\frac{X^3A}{R^5}$, $S\frac{Y^2R}{R^5}$, *lisez* $S\frac{A}{R^3}$, $S\frac{X^2A}{R^5}$, $S\frac{Y^2A}{R^5}$.
» » formule (17), *au lieu de* $\int^{\infty}$, *lisez* $\int_{R_0}^{\infty}$.
» 1109, ligne 2, *au lieu de* m, *lisez* m.
» » » 5, *au lieu de* a forme carrée, *lisez* a si la base est carrée.
» 1110 11, *au lieu de* (9), *lisez* (9) et (10).
» » formule (23), *au lieu de* $X^2 - Y^2$, $X^2 - Y^2$, *lisez* $X^2 + Y^2$, $X^2 + Y^2$.
» » ligne 4 en remontant, *supprimer* ou (18).